

Vegetationsmonographien
der einzelnen Großräume · Bd. VII
Herausgegeben von Prof. Dr. H. Walter

Heinrich Walter

Die Vegetation Osteuropas, Nord- und Zentralasiens

Mit 363 Abbildungen



Gustav Fischer Verlag · Stuttgart

Das westliche Europa ist nur ein Randgebiet der großen euroasiatischen Landmasse. Will man die Vegetation des westlichen Europas verstehen, so ist es unbedingt notwendig, die Pflanzendecke des außertropischen Eurasiens zu kennen. Über diese gibt uns die sehr umfangreiche russische geobotanische Literatur Auskunft, die jedoch der Sprachbarriere wegen in Westeuropa fast unbekannt ist. Der Verfasser dieses Bandes, der die russische Sprache vollkommen beherrscht und weite Teile Osteuropas aus eigener Anschauung kennt, hat unter Auswertung der einschlägigen Literatur zum ersten Mal die Vegetation Osteuropas, Nord- und Zentralasiens zusammenfassend dargestellt und vermittelt durch die zahlreichen hinzugefügten Kartenskizzen und Vegetationsaufnahmen eine anschauliche Vorstellung von der Pflanzendecke dieses Gebietes. Es werden auch wiederholt Vergleiche mit der Vegetation von Nordamerika angestellt.

Donat Ag. 16.

I. 86

Zürich

H. WALTER

Die Vegetation Osteuropas,
Nord- und Zentralasiens

Vegetationsmonographien der einzelnen Großräume

Herausgegeben von Professor Dr. H. Walter, Stuttgart-Hohenheim

Band VII · Die Vegetation Osteuropas, Nord- und Zentralasiens

In dieser Reihe sind bereits erschienen:

Band I · Knapp · Die Vegetation von Nord- und Mittelamerika

Band II · Hueck · Die Wälder Südamerikas

Band IIa · Hueck/Seibert · Vegetationskarte von Südamerika

Band III · Knapp · Die Vegetation von Afrika

Die Vegetation Osteuropas, Nord- und Zentralasiens

Von

HEINRICH WALTER

Dr. Dr. h. c., o. Prof. em.

Universität Hohenheim

Mit 363 Abbildungen



GUSTAV FISCHER VERLAG · STUTTGART

1974

ISBN 3-437-20133-6

© Gustav Fischer Verlag · Stuttgart 1974

Alle Rechte vorbehalten

Satz und Druck: H. Laupp jr, Tübingen

Einband: Koch, Tübingen

Printed in Germany

Vorwort

Die Literatur zu dem in Band VII behandelten Großraum liegt fast ausschließlich in russischer Sprache vor.

Es wurde deshalb versucht, einen Bearbeiter für diesen Band in deutscher Sprache unter den Mitarbeitern der Geobotanischen Abteilung an der Akademie der Wissenschaften in Leningrad zu finden, da von diesem Zentrum aus die Erforschung dieses Raumes erfolgte; aber bedauerlicher Weise konnte sich niemand dazu entschließen, die Aufgabe zu übernehmen.

Nach langem Zögern und trotz schwerster Bedenken übernahm ich schließlich diese Aufgabe selbst, nachdem ein schwerer Unfall weiteren Forschungsreisen ein Ende bereitet hatte. Auf diese Weise konnte auch meine Beherrschung der russischen Sprache in den Dienst der geobotanischen Wissenschaft gestellt werden.

Meine Bedenken bezogen sich hauptsächlich auf die Tatsache, daß mir nur der westlichste Teil dieses Großraums aus persönlicher Anschauung bekannt ist, etwa bis zur Linie vom Nordkap über Leningrad – Kiew – Rostow am Don – Stawropol nach Baku und Tbilisi (Tiflis); auch war mir nicht die gesamte, äußerst umfangreiche geobotanische Literatur in russischer Sprache zugänglich. Trotzdem erschien es mir notwendig, die im Osten auf vegetationskundlichem Gebiet geleistete enorme und wissenschaftlich so wertvolle Arbeit für die der russischen Sprache nicht mächtigen Geobotaniker im Westen zusammenzufassen.

Mit den natürlichen Vegetationsverhältnissen dieses Großraums hatte ich mich dauernd beschäftigt, seitdem ich bei meiner Habilitation 1923 in Heidelberg als Thema für die öffentliche Antrittsvorlesung die Vegetation Osteuropas und Kaukasiens in Beziehung zu Klima und Boden gewählt hatte.

Mein Lehrbuch «Einführung in die allgemeine Pflanzengeographie Deutschlands» (Jena 1927) wurde von V.V.ALECHIN ins Russische übersetzt und erschien als WALTER-ALECHIN: «Grund-

lagen der Pflanzengeographie» 1936 in Moskau, wobei ALECHIN an Stelle meines Teiles IV mit den Pflanzengesellschaften Deutschlands die Vegetation der USSR beschrieb. Dieser Teil der russischen Ausgabe diente wiederum mir als Grundlage für die kurze Zusammenfassung: H. WALTER «Die Vegetation Osteuropas», 180 Seiten, die in 2 Auflagen erschienen ist.

Für die jetzt vorliegende Monographie «Die Vegetation Osteuropas, Nord- und Zentralasiens» wurde das an den Universitäten der USSR verwendete Lehrbuch (redigiert von STANKOV) V.V.ALECHIN: «Die Vegetation der USSR in ihren Grundzonen», 512 Seiten, 2. Aufl., Moskau 1951, zum Ausgangspunkt genommen, ebenso wie die Erläuterungen zu der großen Vegetationskarte der USSR in 8 Blättern (1:4 Mill.) E.M.LAVRENKO et V.B.SOCZAVA (Redactores): «Descriptio Vegetationis URSS». Editio Academiae Scientiarum, 971 Seiten, 1956 (russisch). Auf diese beiden Werke wird im Text im einzelnen nicht jedesmal hingewiesen. Ausgewertet wurden außerdem die zahlreichen meist sehr ausführlichen Vegetationsmonographien kleinerer oder größerer Gebiete mit Klima-, Boden- und Vegetationskärtchen, die im Literaturverzeichnis genannt werden. Dagegen wurde auf eine Nennung der Spezialarbeiten, auf die man ohne Kenntnis der russischen Sprache doch nicht zurückgreifen kann, meist verzichtet. Interessenten seien auf die Bibliographie (60 Seiten) in der «Descriptio Vegetationis» und auf die Literaturverzeichnisse in den zitierten neueren Monographien verwiesen. Diese zahlreichen Gebietsbeschreibungen sind so ausführlich und anschaulich abgefaßt, daß man sich die Vegetationsverhältnisse auch ohne eigene Anschauung klar vorstellen kann, wobei mir die Kenntnis der analogen Verhältnisse in Nordamerika, Vorderasien und in den verschiedenen Wüsten besonders zugute kam. Auf solche Analogien wird im Text wiederholt hingewiesen.

Die Darstellung wurde, um den Umfang eines Bandes nicht zu überschreiten, knapp gehalten. Auf die historische Entwicklung der verschiedenen Ansichten zu den einzelnen Problemen ist deshalb verzichtet worden, aber die allgemeinen Ausführungen sollten jeweils durch typische Beispiele mit Arten-Listen oder Bestandesaufnahmen veranschaulicht werden; sie sind für Interessenten im Kleindruck wiedergegeben. An Stelle der vielen speziellen Vegetationskarten im großen Maßstab mußte man sich mit ganz einfachen Übersichtsskizzen begnügen. Dagegen erfuhren die osteuropäischen Laubwälder und die Waldsteppe als Übergang zu den echten Steppen und den halophilen Gemeinschaften eine besonders ausführliche Behandlung. Denn sie bilden die direkte Fortsetzung der mitteleuropäischen und nordbalkanischen Vegetation nach Osten. Damit sollte zugleich ein besserer Anschluß des Bandes VIII ermöglicht werden.

Der vorliegende Band befaßt sich mit der Vegetationsgliederung; die ökologischen Fragen, die den Großraum VII betreffen, wurden in der «Vegetation der Erde» Bd. II (Jena-Stuttgart 1968) besprochen. Auf sie wird im Text unter «WALTER 1968» wiederholt verwiesen.

Dargestellt wurde die natürliche Vegetation, von der oft nur kleine Reste übriggeblieben sind (z. B. in der Steppe). In den letzten Jahrzehnten sind weite Flächen auch im asiatischen Raum kultiviert, riesige Staudämme an den großen Flüssen gebaut und ausgedehnte Bewässerungsflächen in den Wüsten angelegt worden, was starke Veränderungen der Pflanzendecke nach sich zog. Soweit jedoch in älteren Arbeiten noch die ursprünglichen Vegetationsverhältnisse wiedergegeben sind, wird von uns nur der frühere natürliche Zustand geschildert.

Für die Schreibweise der russischen geographischen Bezeichnungen verwendeten wir die deutsch-phonetische (der Vokal «Jery» durch ein «y» wiedergegeben), doch wird z. B., wie üblich, «Tschernosem» geschrieben und nicht phonetisch richtiger «Tschernosjom», oder «Kiew» und nicht richtiger «Kijew» usw. Bei der Endung -ow ist das w immer auszusprechen, das «s» ist meist hart.

Für die Autorennamen benutzten wir meist die von den Autoren selbst bei ihren Veröffentlichungen oder Zusammenfassungen in deutscher oder englischer Sprache angegebene Schreibweise; dabei wurde statt W inuner V gesetzt.

Eine befriedigende Lösung für die mongolischen und chinesischen geographischen Bezeichnungen in Zentralasien konnte nicht gefunden werden; denn die verschiedenen Atlanten stimmen in der Schreibweise nicht überein. Oft wird die englische Schreibweise verwendet. Kärtchen aus älteren Arbeiten wurden unverändert übernommen.

Gewisse Schwierigkeiten bereitete auch die botanische Nomenklatur. In den älteren zitierten Arbeiten werden die Arten ziemlich weit (s. l.) gefaßt, während in den neueren, die sich auf die große «Flora der USSR» stützen, die Artabgrenzung viel enger ist (s. str.). Wie SKVORZOV betont, betrachtete KOMAROV, der die Flora herausgab, die Art mit der Zeit immer mehr als eine monotypische, morphologische nicht weiter teilbare Einheit, was zur Ablehnung nicht nur der Ökotypen, sondern auch der geographischen Rassen oder der Vavilovschen homologen Reihen und zu einer sehr weitgehenden Aufsplitterung der Arten in viele Kleinarten führen mußte (SKVORZOV 1972). Diese Ungleichheit in der Abgrenzung der Arten in den verschiedenen von uns ausgewerteten Arbeiten wurde in Kauf genommen. In einigen Fällen wird darauf hingewiesen, zu welchen weiter gefaßten Arten (s. l.) die enger gefaßten (s. str.) gehören. Im Text vorkommende Synonyma werden in dem besonders ausführlich gehaltenen Register der Pflanzennamen mit genannt.

Der Großraum VII ist geobotanisch sehr eingehend untersucht und nach einheitlichen Prinzipien bearbeitet worden. Hoffentlich wird selbst diese knappe Zusammenfassung eine gewisse Vorstellung davon vermitteln.

Ohne die vielen in den letzten Jahrzehnten dem Verf. zugesandten einschlägigen Veröffentlichungen wäre diese Zusammenfassung nicht zustande gekommen. Der ganz besondere Dank gilt dafür allen Geobotanikern in Leningrad, Moskau, Kiew, Swerdlowsk, Irkutsk, Tbilisi, Taschkent und anderen Forschungszentren. Für kritische Bemerkungen zu diesem Band von Seiten der viel sachkundigeren, im Großraum VII arbeitenden Geobotaniker werde ich stets sehr dankbar sein.

Eine Reihe von russischen Werken haben mir auch die Herren Professoren C. TROLL und B. FRENZEL liebenswürdiger Weise aus ihren Privatbibliotheken zur Verfügung gestellt, ebenso wie

das Geographische Institut in Bonn, das Geobotanische Institut in Göttingen und das Geobotanische Institut (Stiftung RÜBEL) in Zürich. Meine Frau, Dr. ERNA WALTER hat mich, wie immer, unermüdlich unterstützt. Herrn Prof. Dr. H. PAUL in Bonn bin ich für die freundliche Hilfe bei der Korrektur besonders dankbar.

Für die Überlassung von Bildmaterial sei allen denen, deren Namen jeweils genannt sind, herzlich gedankt.

Der Verlag GUSTAV FISCHER in Stuttgart kam mir sowohl bei zeichnerischen Arbeiten und bei der Herstellung von Fotokopien, wie auch sonst stets sehr entgegen.

Stuttgart-Hohenheim, Pfingsten 1974

HEINRICH WALTER

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V	Wälder der mittleren Taigazone um den See Beloje-Osero	61
Einleitung	I	Wälder der nördlichen Taigazone östlich von Archangelsk	65
1. Lage und Größe des Gebietes	I	Wälder des Petschora-Ylytsch-Naturschutzgebiets im westlichen Vorural	71
2. Beschreibung und Gruppierung der Vegetationseinheiten	7	3. Die lichte Taiga der Kiefernwälder (in Osteuropa)	76
3. Die großen Vegetationszonen in Osteuropa und Nordasien	10	4. Die sibirische dunkle Taiga	79
4. Zonale, extrazonale und azonale Vegetation	13	Khentei-Gebirge in der Mongolei	81
5. Untergliederung der zonalen Vegetation	16	5. Die helle sibirische Lärchen-Taiga	82
6. Wichtigste historische Tatsachen der Vegetationsentwicklung	17	Taiga NW-Jakutiens	85
7. Erläuterung der Klimadiagramme	18	Vegetationsverhältnisse in Zentral-Jakutien	89
		Höhenstufenfolge der ostsibirischen Gebirge	90
		Vegetationsverhältnisse am Baikalsee	91
		Lärchenwälder Transbaikaliens und im Großen Hingan	101
Teil I: Arktische Wüsten und Tundren	22		
1. Allgemeines	22		
2. Arktische Kältewüsten	24	Teil III: Übergangsgebiet der Nadel-Laub-Mischwälder	105
SE-Spitzbergen	24	1. Kurzer Überblick über die allgemeinen Verhältnisse	105
Nowaja Semlja (Kältewüste)	26	Zentrales Wald-Naturschutzgebiet bei Rshew	106
Kotelny-Insel	27	Urwaldgebiet von Bialowjesch	110
Insel Wrangel	28	Andere Mischwälder	112
3. Untergliederung und Zusammensetzung der Tundra	31	2. Vergleich mit den Waldzonen im nord-amerikanischen Raum	117
Tundra auf Nowaja Semlja	36	3. Spezielle Ausführungen über die Kiefern- und Kiefern-Laubholz-Wälder im südwestlichen Osteuropa	119
Zwergstrauchtundra	38	a) Allgemeines	119
Waldtundra	39	b) Reine Kiefernwälder (<i>Pineta</i>)	120
4. Gebirgstundra als Höhenstufe	42	c) Eichen-Kiefernwälder (<i>Querceto-Pineta</i>)	122
Chibiny-Gebirge auf der Kola-Halbinsel	44	d) Kiefern-Laubwälder (<i>Carpino-Nemoreto-Pineta</i>)	125
Putorany-Gebirge	44	e) Die Waldwiesen des Polesje-Gebietes als Ersatzgesellschaften	127
Werchojansker Gebirge	45		
Anadyr-Gebirge	46		
Kamtschatka-Gebirge	48		
Teil II: Boreale Nadelwaldzone – Taiga	52		
1. Allgemeines über die Waldzone	52		
2. Die boreale Nadelwaldzone in Osteuropa: die dunkle Taiga der Fichtenwälder	55		

Teil IV: Nemorale Laubwaldzone mit besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse in der Ukraine. 130

1. Allgemeines	130
2. Die Laubwaldzone in Osteuropa und die Waldsteppe	133
3. Floristische Analyse der breitlaubigen Wälder in Osteuropa	136
4. Die Oberflächengestaltung des südwestlichen Osteuropas	139
5. Die Laubwälder der Ukraine	143
a) Die Eichen-Hainbuchenwälder (<i>Carpineto-Nemoreta</i>)	143
b) Die Eichenmischwälder (<i>Nemoreta</i>) der Waldzone.	146
c) Die Eichenmischwälder (<i>Nemoreta</i>) der Waldsteppe	146
d) Die Eichenwälder (<i>Querceta</i>)	148
6. Haine und Gebüsch der abflußlosen Depressionen	152
a) Espen-Eichenhaine	152
b) Die Schlehenpfannen	152
c) Birkenhaine und Birken-Eichenhaine in Mulden des Sandgebietes am unteren Dnjepr	153
d) Espenhaine («Kolki») auf Solodböden	154
7. Die Espen-Waldzone	156
a) Die Birken-Espen-Zone in Westsibirien	156
b) Vergleich mit der nordamerikanischen Espenzone	157

Teil V: Steppenzone 161

1. Allgemeines	161
2. Die Wiesensteppen (<i>Festuceto-Herbeto</i>)	170
a) Die nördlichsten feuchten Wiesensteppen (<i>Agrostideto-Festuceto-Herbetum</i>)	170
b) Die typischen Wiesensteppen (<i>Mesofestuceto-Herbetum</i>)	173
c) Die trockenen Wiesensteppen (<i>Xerofestuceto-Herbetum</i>)	174
3. Die Unkrautgesellschaften der Waldsteppe	175
4. Die krautreichen Federgrassteppen (<i>Herbeto-Stipeta</i>)	176
a) Sehr feuchte krautreiche Federgrassteppen in höheren Lagen (<i>Suprahygroherbeto-Stipetum</i>)	177
b) Nördliche feuchtere krautreiche Federgrassteppen (<i>Hygroherbeto-Stipetum</i>)	179
c) Frische krautreiche Federgrassteppen (<i>Mesoherbeto-Stipetum</i>)	182

d) Trockene krautreiche Federgrassteppen (<i>Xeroherbeto-Stipetum</i>)	183
e) Steinige krautreiche Federgrassteppen (<i>Petroherbeto-Stipetum</i>)	184
f) Leicht verbrackte krautreiche Federgrassteppen (<i>Herbeto-Stipetum halogenum</i>)	184
g) Leicht sandige krautreiche Federgrassteppen (<i>Subpsammo-Herbeto-Stipetum</i>)	185
h) Sandige krautreiche Federgrassteppen (<i>Psammoherbeto-Stipetum</i>)	185
5. Südliche Federgrassteppen (<i>Stipeta</i>)	186
a) Frische südliche Federgrassteppen (<i>Mesostipetum</i>)	187
b) Trockene südliche Federgrassteppen (<i>Xerostipetum</i>)	187
c) Die Wermutfedergrassteppe (<i>Artemisieto-Stipetum</i>)	191
d) Wermutsteppe (<i>Stipeto-Artemisietum salinae</i>)	192
6. Azonale Salzpflanzengesellschaften der westlichen Steppenzone	192
a) Nördliche Salzwiesen auf dem linken Ufer des mittleren Dnjeprs	194
b) Südliche Salzwiesen auf dem linken Ufer des mittleren Dnjeprs und des Donez	194
c) Salzpflanzengesellschaften des Samara-Gebietes	196
d) Hemihalophile Sandvegetation	196
e) Litorale Salzpflanzengesellschaften am Schwarzen und Asowschen Meer	197
f) Litorale Salzwiesen am Schwarzen und Asowschen Meer	199
g) Kleine Komplexe von xerohalophiler Solonez- und feuchter Solontschakvegetation	200
7. Die Wiesen der westlichen Steppenzone bis zum Polesje-Gebiet	200
a) Halophile und xerohalophile Auewiesen der Steppenzone	202
b) Hemihalophile Auewiesen der Waldsteppenzone	203
c) Kurz überflutete mesophile Wiesen der Waldsteppe	204
d) Kurz überflutete oligotrophe mesophile Wiesen auf podsolierten Rasenböden in Polesien	204
e) Lange überflutete Wiesen	205
f) Die großen Auen am unteren Dnjepr	209
g) Die Wiesen der Pods auf Solodböden	212
8. Die Moore des Polesje-Gebiets bis in die Steppenzone	214
9. Die Pflanzendecke der periglazialen Relikt-Felssteppe	217
10. Östlichste europäische und die sibirischen Steppen	217

II. Steppenvegetation der Mandschurei und Inneren Mongolei	221	b) Äußere Mongolei (ohne Gobi)	286
a) Das Barga-Gebiet	222	1) Allgemeines	286
b) Das chinesische Lößgebiet	225	2) Die Vegetation	288
		3) Mongolische zonale Steppen	291
Teil VI: Halbwüsten und Wüsten	229	6. Sommerheiße Wüsten Zentralasiens	296
I. Kurzer Überblick über die Halbwüsten- und Wüsten-Zonen Mittelasien	229	a) Allgemeines	296
a) Die Halbwüsten	230	b) Die Dsungarei	298
b) Die Wüsten	231	c) Die Wüste Gobi	298
1) Stein(Gips-)Wüsten	232	d) Peischan-Wüste	305
2) Salzwüsten (Solontschak)	234	e) Das Tarim-Becken (Kaschgarien) mit der Takla-Makan-Wüste	306
3) Sandwüsten	234	f) Korridor Hessi oder Kansu-Korridor	308
4) Löß- und Lehmwüsten der südlichen Teile Mittelasien	235	g) Alaschan-Wüste	311
2. Vegetationsverhältnisse in Kasachstan	236	h) Ordos-Gebiet	313
a) Allgemeines	236	i) Tsaidam-Becken	315
b) Vegetationsgliederung	239	7. Kältewüsten der zentralasiatischen Hochgebirgsebenen	316
1) Waldsteppenzone	239	a) Tibet	316
2) Nördliche Steppenzone	240	b) Pamir	320
3) Trockene Steppenzone	240	1) Wüsten mit vorherrschenden Halbsträuchern	325
4) Halbwüstenzone	241	2) Steppen, ärmer an Halbsträuchern	325
5) Wüstenzone	241	3) Polsterpflanzen-Gesellschaften	325
c) Spezielle geobotanische Untersuchungen in Kasachstan	242	4) Alpine Wiesen	326
Stationäre Untersuchungen	245	5) Badachschan, West-Pamir	326
A. Steppenzone	247		
B. Wüstensteppenzone (Halbwüste)	248	Teil VII: Die multizonalen Gebirge	328
C. Wüstenzone	248	I. Der Ural	328
3. Vegetationsverhältnisse der Turanischen Niederung	248	a) Allgemeines	328
a) Gipsophile Zwergstrauchvegetation	249	b) Die Waldstufen	328
b) Halophile Wüstenvegetation	250	c) Die Stufen über der Baumgrenze	330
c) Psammophile Gesellschaften der Sandwüsten	251	d) Die Grenzen der Höhenstufen	333
d) Wüsten nur mit Ephemerer-Vegetation	253	e) Die Hochgebirgsvegetation des Urals	337
e) Auenvegetation in den Wüstengebieten	256	f) Über das Baumwachstum im Ural in den letzten 300 Jahren	339
4. Die Mittelasiatichen Gebirge	256	2. Der Altai	340
a) Allgemeine Übersicht	256	a) Allgemeines	340
b) Die Vegetation der ariden Gebirge ohne Waldstufe	260	b) Die Vegetationsverhältnisse	343
c) Höhenstufenfolgen mit Wald	265	c) Die Steppen	344
1) Laubwälder: <i>Juglans</i> -Wälder, Ahorn- (<i>Acer</i>)-Wälder, Wildobstwälder, Pistazien-Bestände, Espenwälder	265	d) Die Wälder	345
2) Nadelwälder	271	1) Lärchenwälder	345
d) Übergang zur sibirischen Höhenstufenfolge des Altai	273	2) Kiefernwälder	345
e) Vegetationsverhältnisse im Hindukusch (Afghanistan)	274	3) Arvenwälder	345
5. Übergang von Sibirien zu dem zentralasiatischen Wüstengebiet	284	4) Dunkle Nadelwälder	346
a) Das Tuwa-Gebiet	284	e) Die Hochgebirgswiesen	346
		f) Hochgebirgstundra	347
		3. Die Krim	348
		a) Allgemeines	348
		b) Die Nordkrim	349
		c) Das Krimgebirge	353
		1) Trockenrasengesellschaften	359
		2) Feuchte Wiesen	360
		3) Lägervegetation	360

4) Felsvegetation	360	1) Westlicher Teil des Vorderen Kaukasus	399
5) Schuttvegetation	361	2) Zentraler Teil des Vorderen Kaukasus	400
6) Vegetation der Tümpel	361	3) Innerer Gebirgs-Dagestan (Nordkaukasus)	401
7) Westliche Jaila	361	4) Östlicher Teil des Nordkaukasus	401
d) Die Südkrim	362	5) Das Gebiet von Noworossijsk	401
4. Das Kaukasische Gebiet	366	6) Westliches Transkaukasien	401
a) Allgemeine Übersicht	366	7) Das Gebiet Meschet-Dshawachetien	402
b) Die Vegetation des Vorderen Kaukasus	372	8) Kartalinisches Gebiet	403
c) Kolchisches und hyrkanisches Vegetationsgebiet	376	9) Das Gebiet des Zentralen Transkaukasien	403
d) Die Gebirgslaubwälder	381	10) Alasan-Awtoranisches Gebiet	404
e) Die Gebirgsnadelwälder	384	11) Schirwan Gebiet	405
f) Die subalpine und alpine Stufe	388	12) Karabach-Sangesursches Gebiet	405
1) Die subalpine Stufe	388	13) Südliches Transkaukasien	405
2) Die alpine Stufe	390	14) Das Talysch-Gebiet mit der Lenkoran-Niederung	407
g) Transkaukasische Steppen und Halbwüsten	393	Literaturverzeichnis	411
1) Allgemeines	393	A. Arbeiten in russischer Sprache mit übersetzten Titeln	411
2) <i>Artemisia</i> -Halbwüste	395	B. Arbeiten in deutscher, englischer oder französischer Sprache	414
3) <i>Salsola</i> -Halbwüste und andere Halophytengemeinschaften	397	Register der Pflanzennamen	417
4) Halophyten auf Solontschakböden und Sandpflanzen	397	Sachregister	446
h) Xerophile Vegetationstypen der Gebirge	398		
i) Moor- und Sumpfvegetation	399		
k) Die natürlichen Großlandschaften Kaukasien	399		

Vegetationsmonographien der einzelnen Großräume



- I. R. KNAPP: Die Vegetation von Nord- und Mittelamerika. 1965
- II. K. HUECK: Die Wälder Südamerikas. 1966
Dazu Vegetationskarte von Südamerika (K. HUECK u. P. SEIBERT. 1972)
- III. R. KNAPP: Die Vegetation von Afrika. 1973
- IV. N. C. W. BEADLE: The Vegetation of Australia and New Guinea (in Vorbereitung)
- V. P. S. ASHTON: The Vegetation of Tropical Asia (in Vorbereitung)
- VI. A. MIAWAKI: Die Vegetation Ostasiens (in Vorbereitung)
- VII. H. WALTER: Die Vegetation Osteuropas, Nord- und Zentralasiens. 1974
- VIII. F.-G. SCHROEDER: Die Vegetation Europas ohne Osteuropa (in Vorbereitung)
- IX. F. R. FOSBERG: The Vegetation of the Pacific Islands (in Vorbereitung)
- X. Ergänzungsband. H. WALTER, E. HARNICKELL und D. MUELLER-DOMBOIS: Klimadiagrammkarten der einzelnen Großräume und ökologische Klimagliederung der Erde. In deutscher und englischer Sprache. 1974

Einleitung

I. Lage und Größe des Gebietes

Die Abgrenzung des im vorliegenden Bande zu behandelnden natürlichen Großraumes stößt auf gewisse Schwierigkeiten. Die bisher erschienenen Bände dieser Reihe umfaßten jeweils einen ganzen Kontinent: Bd. I – Nordamerika (mit Mittelamerika), Bd. II – Südamerika, Bd. III – Afrika und Band IV – Australien (mit Neuguinea). Das verbleibende Eurasien, auf das 38% der gesamten Landfläche der Erde entfallen, ist für die Behandlung in einem Bande zu groß, selbst wenn man Europa von Asien abtrennen würde, was nicht zweckmäßig erscheint; denn Osteuropa schließt sich seiner Vegetation nach enger an das westliche Nordasien als an Westeuropa an. Deshalb wurden von dem großen kontinentalen euroasiatischen Block zunächst die floristisch und klimatisch stark abweichenden Randgebiete abgetrennt. Es werden behandelt: Das tropische Asien mit Indonesien in Band V, das floristisch scharf begrenzte, maritime ostasiatische Gebiet in Band VI und das stark ozeanisch getönte west- und mitteleuropäische Gebiet in Band VIII. Es verbleibt dann für Band VII noch immer ein sehr großer Raum mit ausgesprochen kontinentalem Klima und einer in Osteuropa beginnenden deutlichen Gliederung in große Vegetationszonen, die sich von der Tundra im Norden bis zu den Wüsten im Süden über Tausende von Kilometern von West nach Ost ausdehnen. Ausgeklammert wurde dabei Vorderasien, das durch ZOHARY (1973) außerhalb dieser Reihe von Vegetationsmonographien schon eine eingehende Bearbeitung erfahren hat. Die Inseln des Pazifiks bleiben Bd. IX vorbehalten, während Bd. X ergänzend Klimadiagrammkarten für die einzelnen Großräume bringen wird.

Im vorliegenden Bd. VII sind somit zu behandeln: Die Vegetation von Osteuropa, von ganz Nordasien, von Mittelasien einschließlich N-Afghanistan und von Zentralasien mit den

Steppen und Wüsten bis zum Großen Hingang im Osten und bis zum Himalaja im Süden.

Dieser Großraum VII umfaßt immer noch etwa $\frac{1}{5}$ der Landfläche der Erde und erstreckt sich von Westen nach Osten über 165 Längengrade (etwa 8000 km) und von Norden nach Süden über 43 Breitengrade (fast 5000 km).

Am wenigsten scharf ist die Abgrenzung des Raumes im Westen; denn die mitteleuropäische Tiefebene geht ganz allmählich in die osteuropäische über. Durch die Ostsee mit ihren Meeresbussen macht sich das westliche ozeanische Klima noch bis etwa 25–27°E bemerkbar.

Wenn wir den Verlauf der Arealgrenzen von den westeuropäischen Arten und von solchen, die bis nach Osteuropa verbreitet sind, betrachten, so fällt sofort auf, daß die Areale ganz im Westen in der Längsrichtung von Norden nach Süden ausgezogen sind und meistens nur eine geringe Breite von Westen nach Osten aufweisen, wie z.B. die Areale von *Erica tetralix* oder *Narthecium ossifragum*, die zu dem euatlantischen Geoelement gehören und auf das westliche Küstengebiet beschränkt sind. Die Arealbreite nimmt bei den subatlantischen Geoelementen zu, z.B. bei *Teucrium scorodonia* oder *Sarothamnus scoparius*, und ist beim eigentlichen mitteleuropäischen Geoelement, z.B. *Fagus sylvatica*, in beiden Richtungen von Nord nach Süd und West nach Ost gleich. Im Gegensatz dazu überwiegt bei allen Arten, die nach Osteuropa weit hinausgehen oder dort ihren Schwerpunkt besitzen, die zonale Erstreckung in der West-Ost-Richtung. Mit anderen Worten, das Florengefälle in der West-Ost-Richtung ist in Westeuropa sehr steil, in Osteuropa dagegen sehr flach, was mit der in Westeuropa ostwärts rasch abnehmenden, Ozeanität des Klimas zusammenhängt.

Mit dieser Ozeanitätsgliederung der Holarktis, also mit den Ozeanitäts-Kontinentalitäts-Stufen innerhalb der einzelnen Klimazonen, hat sich zuletzt sehr eingehend JÄGER (1968, 1970) beschäf-



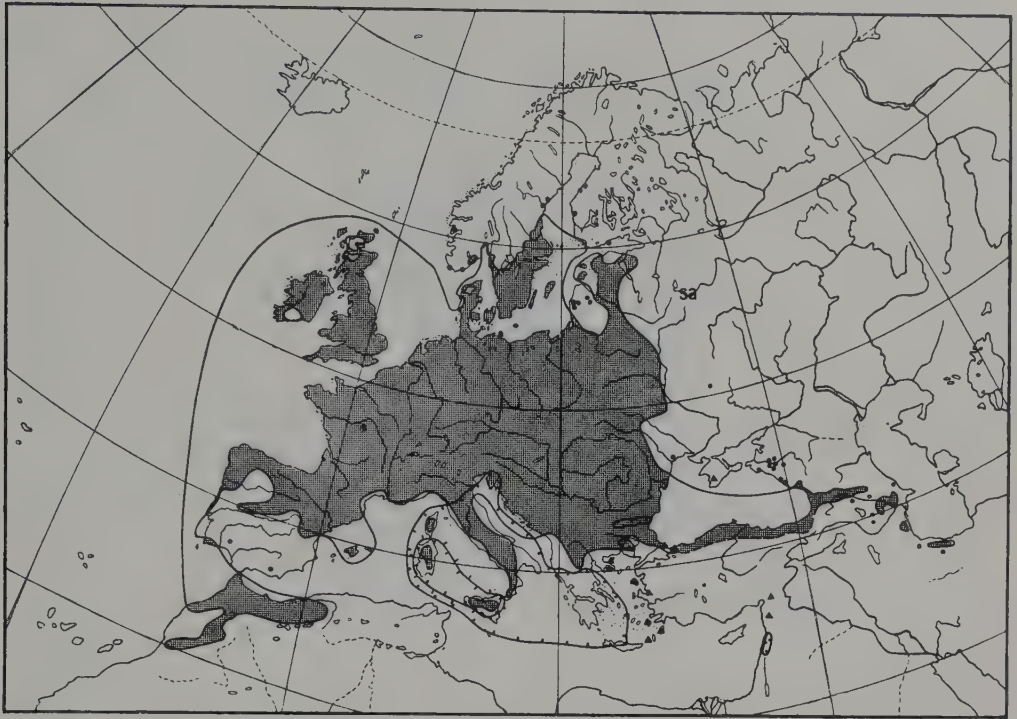
Abb. 1-2. Areale von Holzpflanzen, die das kontinentale Osteuropa meiden (aus WALTER-STRAKA): Abb. 1 (links) = *Taxus baccata* (Eibe), Abb. 2 (rechts) = *Hedera helix* (Efeu).



Trisetum flavescens (L.) P. B.
 ■ ssp. pratense ASCH. et GR.
 ▲ ssp. alpestre (HOST) ASCH. et GR.
 ▲ *T. carpathicum* R. et SCH.

Abb. 3

Abb. 3-6. Arealkarten von krautigen Arten, die auf die ozeanischen Gebiete von West- und Mitteleuropa beschränkt sind (nach MEUSEL-JAEGER-WEINERT): Abb. 3 = *Trisetum flavescens* (Goldhafer), Abb. 4 = *Ranunculus bulbosus*, der Knollige Hahnenfuß (dazu zwei zentral-mediterrane Arten), Abb. 5 = *Saxifraga tridactylites* (Dreifinger-Steinbrech), Abb. 6 = *Lathyrus montanus* (Berg-Platterbse).



- * *Ranunculus bulbosus* L.
 ▲ *R. neapolitanus* TEN.
 + *R. pratensis* PRESL

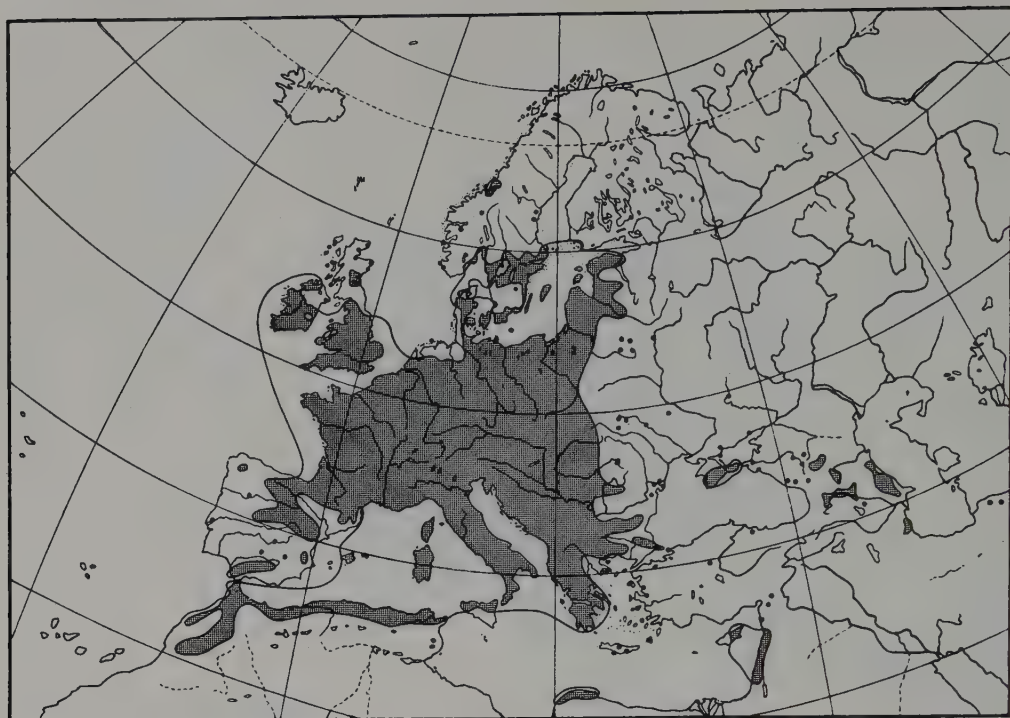
Abb. 4

tigt. Er unterscheidet dabei für die gemäßigte Zone der gesamten Holarktis 10 Stufen, wobei in Eurasien die 3 ersten mit dem ausgesprochen ozeanischen Klima einerseits ganz West- und Mitteleuropa, andererseits das äußere Ostasien umfassen, während die 3 letzten ausgesprochen ariden Stufen den südlichen Halbwüsten und Wüstenzonen entsprechen. Auf die bewaldeten Zonen Osteuropas und Nordasiens, die sich über 165 Längengrade erstrecken, verbleiben somit nur 4 Stufen, für deren Abgrenzung Florenzen benutzt werden. Schon daraus geht hervor, wie gering das west-östliche Florengefälle in dem von uns zu behandelnden Großraume im Gegensatz zu Westeuropa ist.

Was nun die Grenzlinien der einzelnen Ozeanitätsgrade anbelangt, so kann es sich in einem ebenen Gelände nicht um scharfe, das Florengefälle bestimmende klimatische Grenzen handeln, sondern nur um mehr oder weniger breite Übergangszonen mit einer Häufung von Arealgrenzen. Ozeanität und Kontinentalität sind auch

nicht klar definierbare Begriffe; denn es handelt sich dabei bald mehr um die Temperaturschwankungen, bald mehr um die Humidität oder Aridität des Klimas oder um beide Faktorengruppen zugleich.

Das starke Florengefälle Westeuropas setzt sich unter der Einwirkung der Ostsee mit ihren Meerbusen in den Ostbaltischen Raum fort. Schon KUPFFER (1925) hatte betont, daß die Zahl der nach Osten ausklingenden Arten im ostbaltischen Raum (auf je 100 km Entfernung berechnet) etwa 5mal höher ist als im Gebiet östlich vom Peipus-See und der Narowa. Die Klimaozeanität macht sich an der Küste des Eismeerfloristisch etwa bis zur Fischer-Halbinsel bemerkbar, in Finnland im westlichen Teil an der Küste des Bottnischen Meerbusens und bis Helsinki am Finnischen Meerbusen, der in seinem östlichen Teil meist zufrüht; im Ostbaltikum können wir die Grenze etwa entlang des 25ten Längengrades über Pinsk an der Pripjat ziehen und im Süden etwa den Dnjestr entlang,



■ *Saxifraga tridactylites* L.

Abb. 5

bis zu dem aus dem Südwesten noch viele submediterrane Arten vorstoßen.

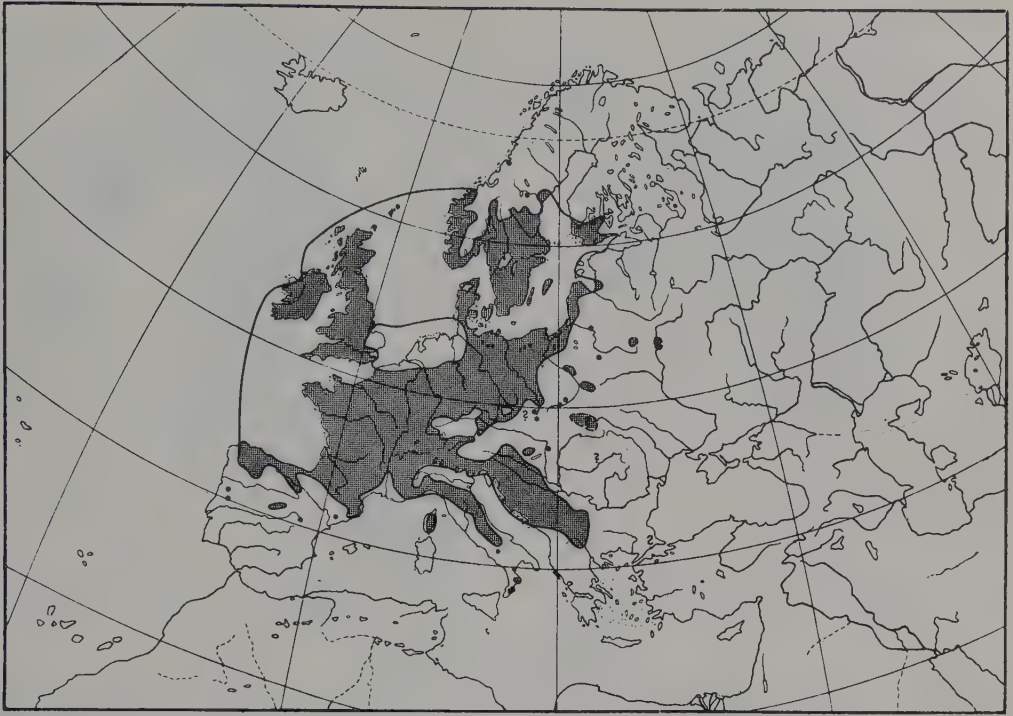
Natürlich bleiben einzelne Arten schon vor dieser Linie zurück, während andere mit ihren Vorposten über sie nach Osten reichen. Es handelt sich somit um eine mehr oder weniger breite floristische Übergangszone zwischen dem 23.° und 27.°E, innerhalb derer auch die schattigen Laubwälder ausklingen, wobei die Buche (*Fagus sylvatica*) schon früher zurückbleibt (allerdings im Weichselraum edaphisch bedingt, d.h. die Sandgebiete meidend), während die Hainbuche (*Carpinus betulus*) noch den Dnjepr erreicht, sogar teilweise überschreitet und einige Reliktstandorte am Donez besitzt.

Abb. 1–6 zeigen die Ostgrenze einiger wichtiger mitteleuropäischer Arten in diesem Grenzgebiet, sowohl von Holzpflanzen als auch von Hemikryptophyten und Therophyten.

Die Ursache für das steile Florengefälle in dieser Übergangszone müssen wir vor allen Dingen in der nach Osten rasch steigenden thermischen Kontinentalität sehen: der Zunahme

der Jahresschwankungen der Temperatur (Differenz zwischen dem wärmsten und kältesten Monat) und im besonderen der zunehmenden Dauer eines ausgesprochen kalten Winters. Nach dem Physisch-Geographischen Atlas Mira (Weltatlas, 1964) fällt die von uns angegebene Zone mit Jahresschwankungen von 24–22° C (s. dort Karte 32) und der Grenze einer im Westen fehlenden, aber östlich sehr ausgesprochenen Kälteperiode mit –5° C (s. dort Karte 210 und 213) zusammen. Deswegen wird auch westlich dieser Grenzzone das Hochwasser der Flüsse nicht mehr durch die Schneeschmelze bedingt, sondern vorwiegend durch Regenfälle (Atlas Mira, Karte 58/59) und ein Eisgang erfolgt nur in einzelnen extrem kalten Wintern wie z.B. 1928/29 selbst noch auf dem Neckar.

Die plötzliche Abnahme der mildernenden Wirkung des Golfstromes vom Atlantischen Ozean her und die rasche Zunahme der Winterkälte östlich von der von uns genannten Grenzzone wirkt sich natürlich in erster Linie auf die Bäume und Sträucher (Phanerophyten) aus, wie *Fagus*



■ * *Lathyrus montanus* BERNH.

Abb. 6

sylvatica, *Quercus petraea*, *Carpinus betulus*, *Acer pseudoplatanus*, *Prunus avium*, *Taxus baccata* (Abb. 1), *Hedera helix* (Abb. 2) und die Mistel (*Viscum album*), die nicht oder kaum nach Osteuropa hineingehen.

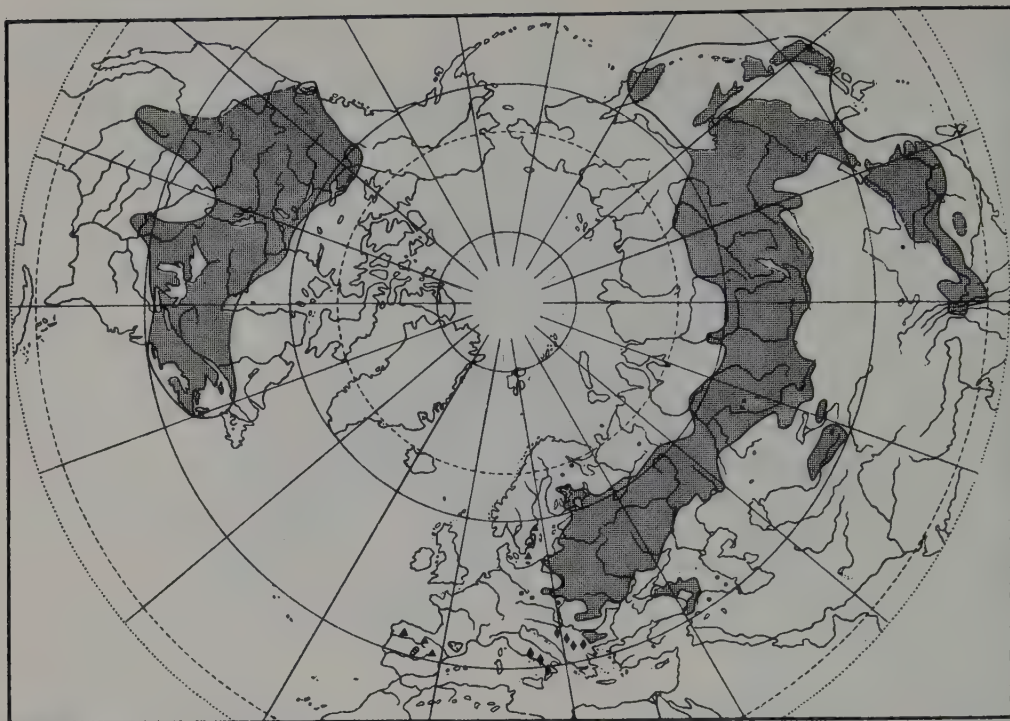
Abgeschwächter ist die Wirkung auf die Hemikryptophyten und Geophyten (*Colchicum autumnale*, *Scilla bifolia*, *Arum maculatum*), die im Winter, durch die Schneedecke geschützt, nicht der vollen Kältewirkung ausgesetzt sind; sie gehen deshalb oft etwas weiter nach Osten.

Die klimatisch mildernde Wirkung der Ostsee kommt auch deutlich darin zum Ausdruck, daß selbst echte atlantische Goelemente, wie *Erica tetralix*, *Narthecium ossifragum* und *Gale* (*Myrica*), in dem Grenzgebiet noch vereinzelte Vorposten haben. Gemäßigt atlantische Goelemente, wie *Pilularia globulifera*, *Luronium* (*Alisma*) *natans*, *Potentilla sterilis*, *Genista pilosa*, *Sarothamnus scoparius*, *Primula elatior*, *Pedicularis sylvatica*, *Teucrium scorodonia* u.a., kommen z.T. sogar noch häufiger vor. *Digitalis purpurea* breitet sich bis in diese Grenzzone leicht adventiv aus (Abb. 7).

Sieht man sich die Arealkarten im großen Werk von MEUSEL-JAEGER-WEINERT an, das bis zu den Leguminosen gediehen ist, so kann man bei folgenden Arten feststellen, daß sie in der oben genannten Grenzzone ihre Ostgrenze erreichen:



Abb. 7. Areal von *Digitalis purpurea*, dem Roten Fingerhut (nach HEGI, aus WALTER-STRAKA): Schraffiert und ● = ursprüngliches Areal, --- = neubesiedeltes Gebiet, ... = häufig adventives Auftreten.



- • *Geum aleppicum* JACQ.
 ▲ *G. hispidum* FR.
 ◆ *G. molle* VIS. et PANČ.

Abb. 8. Areal von *Geum aleppicum*, der Aleppo-Nelkenwurz (nach MEUSEL-JÄGER-WEINERT). Diese Art ebenso wie *Agrimonia pilosa* (Weichhaariger Odermennig) meidet das ozeanische West- und Mitteleuropa (*Geum molle* und *Geum hispidum* sind mehr submediterran verbreitet).

Lycopodium inundatum, *Osmunda regalis*, *Blechnum spicant*, *Polypodium vulgare*, *Abies alba*, *Taxus baccata* (Abb. 1), *Festuca altissima*, *F. heterophylla*, *Sesleria coerulea*, *Melica uniflora*, *Hordelymus europaeus*, *Helictotrichon (Avena) pratense*, *Trisetum flavescens* (Abb. 3), *Holcus mollis*, *Hierochloë australis*, *Isolepis setacea*, *I. fluitans*, *Schoenus nigricans*, *Rhynchospora fusca*, *Carex brizoides* (bis Dnjepr), *C. arenaria*, *C. elata*, *C. hostiana*, *C. lepidocarpa*, *Arum maculatum*, *Juncus squarrosus*, *J. bulbosus*, *Colchicum autumnale*, *Allium vineale*, *Ophrys*-Arten, *Gale (Myrica) palustris*, *Fagus sylvatica*, *Quercus petraea*, *Chenopodium bonus-henricus*, *Ranunculus bulbosus* (Abb. 4), *Reseda luteola*, *Saxifraga tridactylites* (Abb. 5), *Ribes alpinum*, *Sorbus torminalis* + *S. intermedia*, *Crataegus oxyacantha*, *Potentilla heptaphylla*, Gattung *Aphanes*, *Cerasus (Prunus) avium*, *Cytisus nigricans*, *Sarothamnus scoparius*, *Ononis repens*, *Lotus pedunculatus*, *Tetragonolobus maritimus*, *Vicia lathyroides*, *Lathyrus montanus* (Abb. 6). Von den Arten der übrigen Familien liegt noch keine so vollständige Arealkartensammlung vor, doch dürften *Astrantia major*, *Phyteuma spicatum*,

P. orbiculare und viele andere ebenfalls eine ähnlich verlaufende Ostgrenze besitzen. Von diesen Arten sind einige mehr im Norden, andere mehr im Süden verbreitet. Einige haben noch Außenposten weiter im Osten. Viel geringer ist die Zahl der Arten, die in der genannten Grenzzone ihre Westgrenze erreichen, also in der Westhälfte Europas nicht vorkommen. Als Beispiel wären zu nennen: *Pulsatilla patens*, *Agrimonia pilosa*, *Geum aleppicum* (Abb. 8) u. a.

Von den sommergrünen Breitlaubbbäumen gehen über diese Grenze weit nach Osten hinaus: *Quercus robur*, *Tilia cordata*, *Acer platanoides*, *Fraxinus excelsior*, *Ulmus scabra*, *U. laevis*, *U. campestris*, *Alnus glutinosa* und von den größeren Sträuchern *Corylus avellana* und *Prunus spinosa*. Aber trotzdem können wir weiter östlich nicht mehr von einer reinen Laubwaldzone sprechen. Vielmehr kommen diese Arten entweder gemischt mit Nadelhölzern (*Pinus sylvestris*) vor, oder sie wechseln sich mosaikartig mit der Fichte

(*Picea abies*) bzw. in der Waldsteppe mit der Wiesensteppe ab. Ihr Verbreitungsgebiet, zwischen dem Finnischen Meerbusen und den Karpaten, keilt sich etwa an der unteren Kama aus, d.h. dort wo die Steppenzone sich mit der borealen Zone berührt. Allerdings erreichen einzelne dieser Baumarten wie die Esche (*Fraxinus excelsior*) die Wolga nicht ganz, während die Eiche (*Quercus robur*) bis zum Ural vorkommt (Abb. 111). Auf die Exklave (Relikte) der Laubwaldarten im Kusnez-Alatau und Altai in Sibirien kommen wir noch zurück (Teil VII).

Die Abgrenzung des zu behandelnden Großraumes VII nach Süden ist leichter: Der gesamte Kaukasus mit Transkaukasien (mit einer Fortsetzung in Nordanatolien und am Südufer des Kaspischen Meeres entlang = kolchisch-hyrkanisches Gebiet), Mittelasien unter Einbeziehung von N-Afghanistan und von Pamir, sowie Zentralasien werden mit eingeschlossen, obgleich Zentralasien schon die Niederschläge von Osten als letzte Ausläufer des ostasiatischen Monsuns erhält. Das gilt auch für die Wüste Gobi und das Hingang-Gebirge. Die Grenze verläuft dann etwa den oberen Amur entlang und südlich vom Stanowoi-Gebirge zum Ochotskischen Meer, aber ein Teil der nichtbewaldeten Mandschurei sowie der Inneren Mongolei und des chinesischen Lößgebiets gehört noch dazu, während die Waldgebiete floristisch schon zu Ostasien zu rechnen sind und im Bd. VI mitbehandelt werden.

Die Grenze des Großraumes VII nach Osten gegen Nordamerika ist eine sehr natürliche – die Beringstraße –, ebenso nach Norden unter Ein-schluß der vorgelagerten Inseln – das Nördliche Eismeer (vgl. Abb. 9 und 10).

2. Beschreibung und Gruppierung der Vegetationseinheiten

Als Grundeinheit für die Pflanzengemeinschaften oder Phytozönosen verwenden ALECHIN und die anderen osteuropäischen Geobotaniker die international festgelegte *Assoziation*, die als Zusammenfassung der konkreten Bestände mit ähnlicher floristischer Zusammensetzung betrachtet wird. Dabei können einzelne Bestände gewisse Unterschiede aufweisen, z.B. kann in einer moosreichen *Pinus sylvestris*-*Vaccinium myrtillus*-Assoziation die Moosdecke in einem Falle vorwiegend aus *Pleurozium schreberi*,

in einem anderen Falle aus *Hylocomium proliferum* bestehen. Es handelt sich in diesem Falle um 2 verschiedene *Soziationen* oder *Subassoziationen* einer Assoziation. Assoziationen mit ein und derselben dominanten oberen Schicht werden zu *Assoziationsgruppen* und *Assoziationsklassen* vereinigt, z.B. alle Kiefernwälder, also solche mit einer Moos-schicht, oder auch mit einer Flechtenschicht, ebenso wie solche mit einer Krautschicht bzw. mit einer Hochmoorschicht u.a.

Das Hauptgewicht wird auf die aufbauenden dominanten Arten gelegt, in zweiter Linie auf die Konstanten und Charakterarten. Für die höheren Einheiten sind physiognomische Merkmale maßgebend; es werden dabei *Formationen*, *Formationsgruppen*, *Formationsklassen* und *Vegetationstypen* unterschieden. Letztere sind schon landschaftsbestimmende Einheiten.

Betont wird, daß diese Klassifikation nichts mit der der Taxonomen zu tun hat, weil die Art oder Species als taxonomische Einheit und die Assoziation als zöologische Einheit ihrem Wesen und ihrer Entwicklung nach vollkommen verschieden sind. Die Bezeichnung Pflanzensoziologie wird ebenfalls abgelehnt, weil sie den falschen Eindruck erweckt, daß zwischen den Pflanzenarten einer Phytozönose besondere soziologische Beziehungen bestehen.

Als wichtigste Merkmale der Phytozönosen werden genannt:

1. Die floristische Zusammensetzung
2. die Schichtung
3. die Menge
4. der Deckungsgrad
5. die Frequenz
6. die Geselligkeit
7. die Vitalität
8. die Periodizität
9. die Entwicklungsrhythmik
10. die Lebensform
11. die Gliederung in Lebensgemeinschaften (Synusien).

Diese allgemein anerkannten Merkmale brauchen hier nicht erläutert zu werden. Für die Mengenangaben werden Bezeichnungen nach DRUDE verwendet: soc = sociales, cop = copiosae, sp = sparsae, sol = solitariae. Wir werden sie folgendermaßen in die von BRAUN-BLANQUET verwendeten Angaben durch Zahlen übersetzen: soc = 5, cop³ = 4, cop² = 3, cop¹ = 2, sp = 1, sol = +.

Für Arten, die nur in einem Exemplar vorkommen und als un (unicum) bezeichnet werden, setzen wir ein r. Die Geselligkeit wird abgekürzt wiedergegeben und zwar:

gr (= gregariae), d.h. in großen Gruppen stehend und

cum (= cumulosae), d.h. gehäuft (mehrere Exemplare zusammen).

Diese Mengenbezeichnungen wurden in beiden Fällen in Mitteleuropa ausgearbeitet. Wir stoßen deshalb mit ihnen auf Schwierigkeiten, wenn wir, wie in unserem Falle, Gebiete behandeln mit z.T. sehr geringer Deckung der gesamten Pflanzenmasse von vielleicht 25% bis zu nur 1%, also aride Gebiete oder Kältewüsten, bzw. Salzböden. Man sollte deshalb generell die Mengenangaben für die einzelnen Arten nicht auf die Probefläche beziehen, sondern nur auf die von allen Arten zusammen bedeckte Fläche und stets zunächst die Gesamtdeckung angeben, wenn diese weit unter 50% liegt.

Außer den oben genannten Bestandsmerkmalen kommen noch zwei wichtige Eigenschaften der Phytozönosen hinzu, die im Westen kaum beachtet werden: 1) die Fluktuation und 2) die Mosaikstruktur (RABOTNOV 1972).

Die Gemeinschaften befinden sich stets in einem dynamischen Gleichgewicht mit der Umwelt. Die Dynamik äußert sich in den jahreszeitlichen Aspektfolgen, die in den geobotanischen Arbeiten der osteuropäischen Schule meistens sehr genau beschrieben werden. Dazu kommen die aperiodischen Änderungen, die

Fluktuationen, und die dauernd innerhalb der Gemeinschaften ablaufenden Kleinsukzessionen.

Unter den Fluktuationen versteht man die Änderung der Zusammensetzung von Pflanzengemeinschaften, die mit den Schwankungen der Witterungsverhältnisse von Jahr zu Jahr zusammenhängt, also auf die in den einzelnen Jahren unterschiedlichen meteorologischen und hydrologischen Bedingungen zurückzuführen ist. Sehr auffallend sind die Fluktuationen z.B. in Bruchwäldern, in denen sich in nassen Jahren die Sumpfvvegetation zwischen den Bäumen sehr üppig entwickelt, in trockenen dagegen nur kümmerlich. Die Fluktuation ist der Hauptgrund dafür, daß der Wettbewerb unter natürlichen Bedingungen nicht voll zur Auswirkung kommt, d.h. daß die konkurrenzkräftigen Arten die schwächeren nicht ganz unterdrücken können, so daß artenreiche Mischbestände überwiegen.

RABOTNOV, der sich sehr eingehend mit den Veränderungen der Wiesen-Phytozönosen und ihren Ursachen beschäftigte, bringt folgende Beispiele (Tab. 1 und 2):

Da die von Jahr zu Jahr verschiedenen Standortbedingungen sich nicht direkt auf die Pflanzen auswirken, sondern mehr indirekt, indem sie die Wettbewerbsfähigkeit beeinflussen, und da die Nachwirkungen sich über mehrere Jahre bemerkbar machen können, so sind die Verschiebungen in der Zusammensetzung der Gemeinschaften nicht leicht zu durchschauen.

Schließlich muß man noch berücksichtigen,

Tab. 1: Fluktuation in der Artzusammensetzung einer nur kurze Zeit überschwemmten Wiese in den Jahren 1955–1964 (nach RABOTNOV). Gewichtsangaben, wobei die Produktion von *Agropyrum repens* jeweils gleich 100 gesetzt wurde.

Art	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964
<i>Agrostis gigantea</i>	211	34	6	57	66	62	71	57	444	191
<i>Bromus inermis</i>	102	161	114	100	100	173	173	78	111	100
<i>Festuca pratensis</i>	130	129	146	270	160	189	443	365	1222	500
<i>Phleum pratense</i>	142	56	38	107	96	56	130	53	44	17
<i>Poa pratensis</i>	93	107	102	278	263	250	800	51	620	355
<i>Lathyrus pratensis</i>	92	186	193	233	128	255	245	180	367	465
<i>Trifolium pratense</i>	19	359	254	43	13	20	102	82	144	4
<i>T. hybridum</i>	4	111	122	56	3	2	8	2	3	—
<i>Vicia cracca</i>	35	150	144	87	60	127	104	143	420	388
<i>Achillea millefolium</i>	102	209	175	172	56	118	251	328	333	237
<i>Campanula glomerata</i>	12	26	58	110	94	242	624	210	270	190
<i>Cirsium setosum</i>	331	373	370	210	92	187	133	140	267	225
<i>Libanotis montana</i>	32	80	107	109	62	195	222	93	158	46

daß in den meisten Phytozönosen, insbesondere in Waldgesellschaften dauernd Kleinsukzessionen zu beobachten sind. Bei im Kahlschlagverfahren bewirtschafteten Forsten sind es richtige Sekundärsukzessionen, die mit einer Kahlschlaggesellschaft beginnend über verschiedene Stadien zur Waldgesellschaft zurückführen. Aber auch in Urwäldern laufen ähnliche Sukzessionen auf kleinen Flächen ab, wenn Urwaldriesen stürzen und eine größere Lücke entsteht. Auch in krautigen Gesellschaften werden Kleinsukzessionen durch Tiere hervorgerufen, sofern sie größere oder kleinere Baue errichten, die nach einiger Zeit wieder verlassen werden (Ameisenhaufen, Nagetierkolonien usw.), bzw. wenn Wildherden die Pflanzendecke beschädigen.

Schon diese Kleinsukzessionen bedingen eine gewisse Mosaikstruktur der Phytozönosen, doch kann letztere auch durch andere Ursachen bedingt sein und zwar durch:

a) Unterschiede der Kleinökotope, d.h. der Standortverhältnisse auf kleinstem Raum innerhalb der bei Bestandsaufnahmen als »homogen« angesehenen Flächen, z.B. kleine Unterschiede im Mikorelief¹, die den Wasser-

gehalt des Bodens beeinflussen, auf die im Westen DUVIGNEAUD hinwies, oder Unterschiede in der Beleuchtung am Boden (besonders auffallend im Walde), aber auch Unterschiede im Kalkgehalt des Bodens (z.B. rasch wechselnde Schichten der Keuperformation) usw.

b) Besonderheiten der vegetativen Vermehrung einzelner Pflanzenarten, z.B. Ausbildung von Klonengruppen durch Ausläufer, Polsterwuchs usw.

c) Zönobiotische Ursachen der gegenseitigen Beeinflussung der Pflanzen, z.B. Beschattung durch einzelnstehende höhere Pflanzen, ungleichmäßige Streuablage, Bultenwuchs, Hexenringe, Parasitismus usw.

d) Einwirkung von Tieren, z.B. Maulwurfhügel, regelmäßig verteilte Ameisenhaufen, Baue von Nagern, die sich nach Jahren noch bemerkbar machen können, u.a.

e) Anthropogene Einwirkungen, z.B. durch Beweidung (Kuhfladen), Lagerstellen von Heu, ungleiche Düngung usw.

¹ Z.B. oft bedingt durch das Anheben des Bodens beim Dickenwachstum flachstreichender Baumwurzeln.

Tab. 2: Veränderungen des Anteils der mengenmäßig wichtigsten Arten einer nur kurz überschwemmten Wiese an der Oka in den Jahren 1954–1964 mit Angaben der ökologischen Wachstumsbedingungen (nach RABOTNOV).

	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964
	Anteil im Heu (i. Schnitt) in %										
<i>Agropyrum repens</i>	6.2	5.9	5.6	6.6	7.2	10.0	6.6	8.6	15.5	14.0	24.0
<i>Agrostis gigantea</i>	13.2	11.0	2.5	0.6	7.0	4.5	1.9	2.4	1.5	1.8	1.2
<i>Festuca pratensis</i>	8.2	11.3	17.5	18.0	17.0	17.3	18.4	13.4	20.2	18.8	17.7
<i>Phleum pratense</i>	0.2	0.3	0.5	0.7	4.3	2.0	3.6	3.9	2.3	5.1	7.8
<i>Poa pratensis</i>	8.6	9.8	11.9	13.6	12.9	9.9	6.6	7.2	6.3	10.7	6.9
<i>Lathyrus pratensis</i>	5.7	5.7	5.5	4.9	7.0	10.8	9.3	18.4	14.5	12.4	7.3
<i>Trifolium pratense</i>	8.7	0.2	0.3	0.4	0.2	—	—	—	0.4	0.1	—
<i>Achillea millefolium</i>	4.1	6.7	6.2	3.2	2.5	2.6	4.3	4.3	2.8	1.5	3.5
<i>Cirsium setosum</i>	8.6	11.4	7.5	6.3	1.6	1.5	2.0	2.0	0.8	1.3	0.7
<i>Geranium pratense</i>	0.3	1.3	0.8	2.0	4.2	4.5	5.4	3.2	7.0	8.2	4.0
<i>Heracleum sibiricum</i>	0.3	1.4	4.6	5.6	0.9	0.5	0.3	0.6	0.6	3.0	1.3
<i>Rumex confertus</i>	0.6	1.2	0.8	0.6	0.9	1.6	2.5	2.4	3.1	2.4	6.7
<i>Silene cucubalus</i>	0.1	0.9	2.2	2.0	1.5	4.7	7.7	3.5	4.0	0.7	0.4
<i>Stellaria graminea</i>	0.1	2.3	1.6	3.9	5.2	3.0	2.1	3.3	1.8	1.0	1.2
Heuertrag in dz/ha	32.7	35.4	24.1	38.2	48.6	41.5	23.5	33.2	33.9	—	—
Befeuchtungsgrad nach											
RAMENSKI	64.5	63.5	63.5	64.0	64.0	64.0	63.5	63.5	63.5	64.0	64.0
Dasselbe nach ELLENBERG	64.4	61.1	62.9	60.2	63.4	62.0	62.8	62.3	62.5	63.3	64.5
Nährstoffreichtum des Bodens											
nach RAMENSKI	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	14.0	13.5	13.5	13.0	12.5
Dasselbe nach ELLENBERG	14.8	13.6	13.4	12.8	13.0	12.9	13.2	12.4	12.4	13.0	13.1

Diese Mosaikstruktur ist gerade für natürliche Pflanzengemeinschaften bezeichnend, insbesondere für nicht bewirtschaftete Wälder, in denen das tote Holz liegen bleibt und lokal nach der Zersetzung einen sehr sauren Boden bildet, selbst wenn der Boden sonst kalkhaltig ist. Die Maßnahmen bei der Bewirtschaftung haben meist zum Ziel, die einzelnen Flächen homogener zu gestalten. Je intensiver die Bodenbearbeitung ist, desto mehr verschwindet deshalb die Mosaikstruktur.

Für die wissenschaftlichen Bezeichnungen der Assoziationen werden die Endungen «-etum» und «-osum» verwendet, z. B. *Pinetum oxalidosum* für einen *Pinus*-Wald mit vorherrschender *Oxalis* in der Krautschicht oder *Quercetum tiliosum* für einen *Quercus*-Wald mit *Tilia* in der unteren Baumschicht oder *Piceto-Pinetum vaccinio-oxalidosum* mit einer gemischten Baum- und Krautschicht aus Codominanten.

Aber es können auch die Dominanten derselben Schicht mit einem + und die der einzelnen Schichten mit einem Bindestrich verbunden werden; man spricht dann z. B. von einer *Pinus-Vaccinium myrtillus*-*Pleurozium*-Assoziation oder einer *Picea* + *Pinus-Oxalis-Pleurozium schreberi* + *Hylocomium proliferum*-Assoziation.

Genauere Angaben über die in der USSR angewendeten Methoden findet man in den 4 Bänden der «Polewaja Botanika» (= Feldbotanik), die E. M. LAVRENKO und A. A. KORTSCHAGIN herausgegeben haben.

3. Die großen Vegetationszonen in Osteuropa und Nordasien

Die riesige Fläche des Großraums, die weiten Ebenen und die in gleicher Richtung sich verändernden thermischen und hygrischen Klimaverhältnisse lassen in Osteuropa, wie sonst nirgends so klar, eine deutliche Vegetationszonierung hervortreten. Die Gebirge (Krim, Kaukasus und Ural) liegen in Osteuropa alle peripher, die sonstigen Erhebungen (Wolynisch-Podolische Platte, Mittlerrussische Erhebung und die Höhen an der mittleren Wolga sowie am Donez) gehen kaum über 300 m NN hinaus, so daß der Charakter einer Ebene nicht gestört wird. Dazu kommt, daß die ursprüngliche Vegetation noch in Resten vorhanden ist und die zonalen Bodentypen überwiegen. Deshalb treten die großen Vegetationszonen von Norden nach

Süden: Tundra-Zone, Wald-Zone, Steppen-Zone und Wüsten-Zone sehr klar hervor. Allerdings verlaufen diese Zonen in Osteuropa nicht parallel zu den Breitengraden, sondern entsprechend der Klimaänderung, und zwar sowohl in bezug auf die Temperatur als auch auf die Niederschläge, von Westsüdwest nach Ostnordost (Abb. 9).

Diese Zonen des europäischen Teiles setzen sich in dem asiatischen Teil fort, wobei der Uralgebirgszug nur eine geringe lokale Störung hervorruft. Eine viel größere Bedeutung kommt dem Tale des Jenissej zu, durch das Sibirien sowohl klimatisch als auch orographisch und biogeographisch in zwei Hälften geteilt wird: Westsibirien und Ostsibirien.

Die Steppenzone löst sich in Sibirien östlich vom Ob in einzelne Flächen auf und fällt östlich vom oberen Amur ganz aus oder wird durch Steppen vom mongolischen Typus ersetzt. Die mittelasiatische Wüstenzone schließlich ist auf das Gebiet von der unteren Wolga bis zum Altai und die mittelasiatischen Gebirge beschränkt, erfährt jedoch eine Fortsetzung durch die Wüsten Zentralasiens (Abb. 10).

Außer der horizontalen Gliederung der Vegetation läßt sich im Bereich der Randgebirge sowie der durchweg gebirgigen Teile Ostsibiriens eine vertikale Gliederung in Höhenstufen erkennen. Sie zeigt gewisse gemeinsame Züge mit den Vegetationszonen, wobei man oft dieselbe Reihenfolge der Höhenstufen: Wüste, Steppe, Wald, baumlose alpine Stufe erkennen kann; doch treten im einzelnen Abweichungen auf, die man nicht übersehen darf. Wir werden diese Gebirgsvegetation deshalb gesondert behandeln (s. Teil VII).

Wie bereits erwähnt, sind die zonalen Bodentypen ebenfalls sehr deutlich ausgebildet. Zwischen diesen und der zonalen Vegetation besteht eine vollständige Parallelität:

Vegetationszonen	Bodenzonen
Arktische Kältewüste	Rohböden mit Solifluktion
Tundra-Zone	Tundra-Böden
Wald-Zone	Podsol-Böden
Steppen-Zone	Schwarzerde (Tschernosem)
Halbwüsten-Zone (Übergang)	Kastanienerde, Burosem
Wüsten-Zone	Serossem

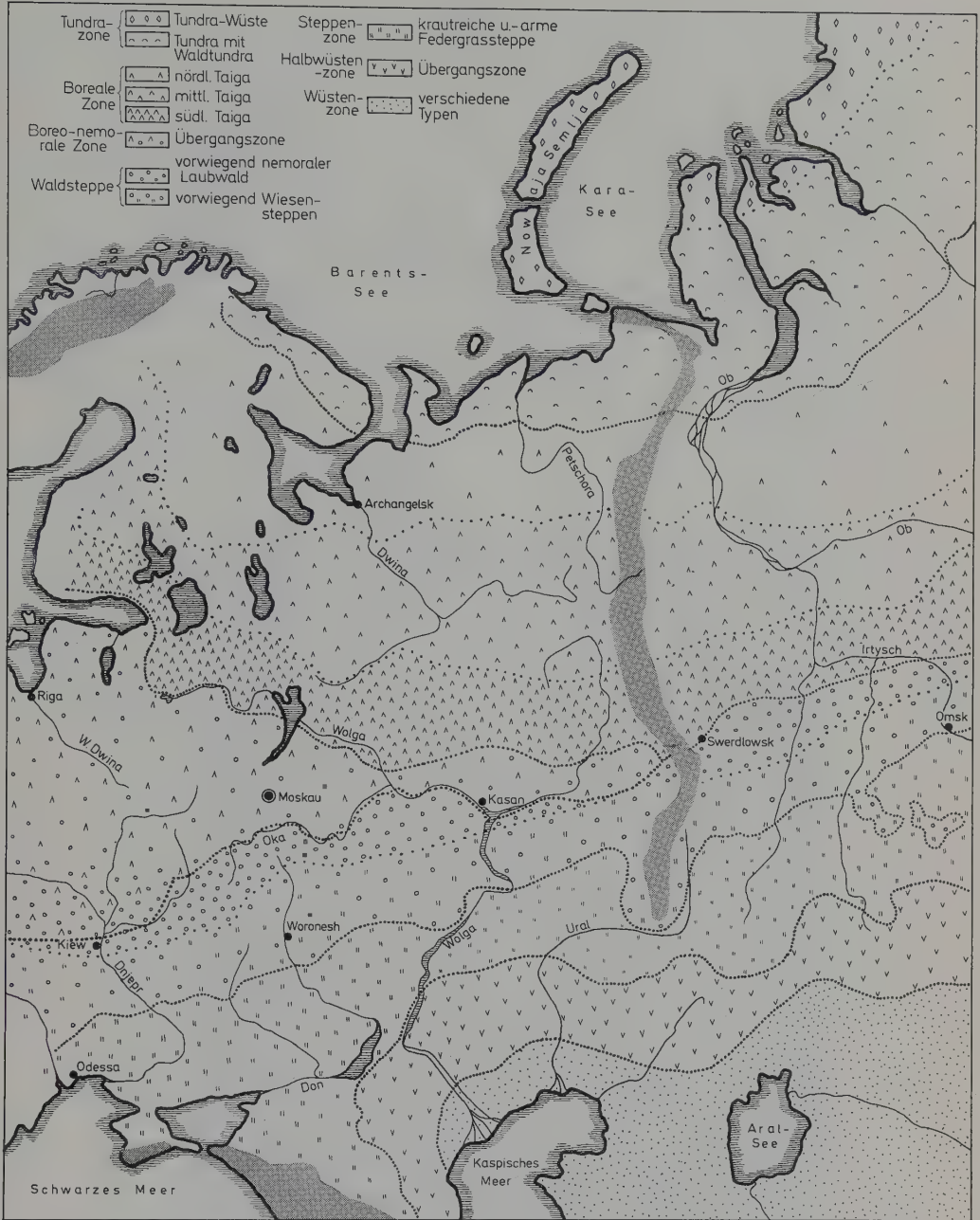


Abb. 9. Die Vegetationszonen im europäischen Teil des Großraums VII. Die Waldsteppe umfaßt im nördlichen Teil die ursprünglich reine Laubwaldzone, während nach Süden der Anteil der Wiesensteppen immer mehr zunimmt und die Wälder schließlich ganz verschwinden (nach ALECHIN und «Atlas Mira», verändert).

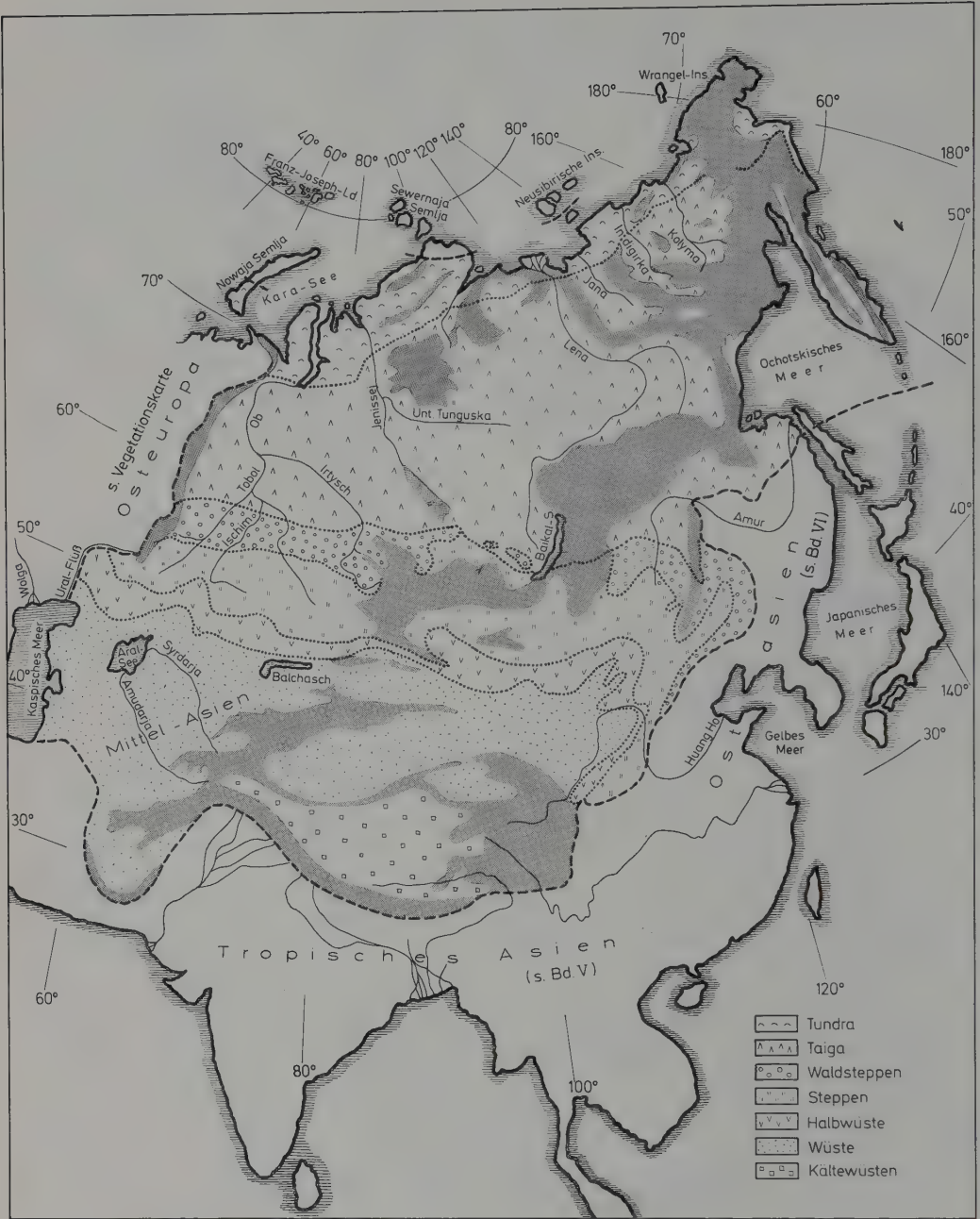


Abb. 10. Hauptvegetationszonen im asiatischen Teil des Großraums VII (Arktische Wüsten ohne Signatur. Die Waldsteppe umfaßt auch die Birken-Espen-Waldzone. Über die Vegetation des ozeanischen Gebiets auf Kamtschatka vgl. S. 48). Das iranische Gebiet wird zu Vorderasien gerechnet (vgl. ZOHARY 1973). Nach «Atlas Mira», vereinfacht.

Diese Parallelität gilt auch für die feinere Gliederung in Unterzonen, z.B. innerhalb der Steppenzone mit den verschiedenen Schwarzerdetypen (vgl. Teil V).

4. Zonale, extrazonale und azonale Vegetation

Die *zonale Vegetation* ist nur auf den *Eu-Klimatopen* (russisch «Plakor») typisch ausgebildet, d.h. auf den weiten ebenen Wasserscheiden mit den entsprechenden zonalen Bodentypen, auf denen sich das Regionalklima voll auswirkt. Eine gewisse Variationsbreite wird durch kleine lokale Standortsabweichungen bedingt, so daß man zur zonalen Vegetation eine Anzahl von Assoziationen zusammenfassen muß. Im all-

gemeinen nimmt die zonale Vegetation in ebenem Gelände den größten Teil der Fläche ein im Vergleich zur nichtzonalen Vegetation in den Senken, an den Hängen, in Flußtälern usw. (Abb. 11 und 12). Aber es kommt auch der umgekehrte Fall vor, z.B. im Einzugsgebiet der Pripjat (Rokitno-Sümpfe) oder in Westsibirien (Abb. 13), wo nur einzelne kleine Teilgebiete sich aus dem versumpften Gelände inselförmig erheben, oder in der mosaikartigen Verflechtung der Vegetation im Bereich der westsibirischen Steppen, bzw. der Halbwüstenzonen. In einzelnen Fällen kann die zonale Vegetation auf größeren Flächen mit jungem Relief sogar ganz fehlen.

Normalerweise überwiegt jedoch die zonale Vegetation, wobei in sie stellenweise andere Typen mehr lokal eingeschlossen sind, z.B. die



Abb. 11. Zonale Vegetation, die sich als Nadelwald (Taiga) über endlose Flächen in Westsibirien erstreckt; nur fleckenweise wird sie durch azonale Hochmoore unterbrochen, die sich uhrglasförmig emporwölben, umgrenzt von einem schmalen hellen Lagg-Streifen (Foto Luftschiffbau Zeppelin, aus H. WALTER 1943).



Abb. 12. Ein natürlicher Flußlauf mit vielen Altwässern unterbricht in Westsibirien die zonale Vegetation und ermöglicht der extrazonalen oder azonalen Vegetation an den Ufern Fuß zu fassen (Foto Luftschiffbau Zeppelin, aus H.WALTER 1943).



Abb. 13. In den weiten Niederungen Westsibiriens hat die azonale Sumpf- und Wasservegetation die zonalen Nadelwälder fast ganz verdrängt (Foto Luftschiffbau Zeppelin, aus H.WALTER 1943).

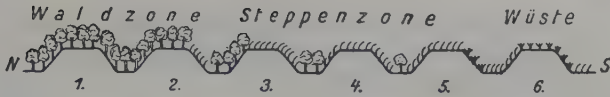


Abb. 14. Schematische Darstellung der Verbreitung von zonaler und extrazonaler Vegetation auf einem Profil durch Osteuropa (aus WALTER 1943).

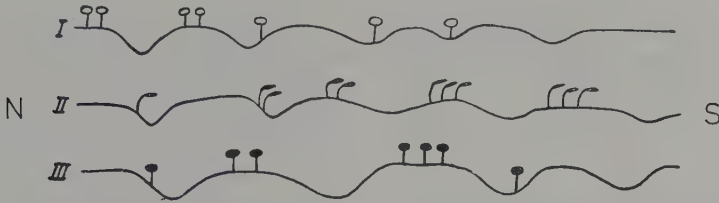


Abb. 15. Schema des Biotopwechsels (nach ALECHIN): I eine nördliche Art wächst im Süden an Nordhängen oder in Schluchten; II eine südliche Art findet man im Norden nur an Südhängen; III eine weit verbreitete Art kommt sowohl im Norden als auch im Süden unter entsprechenden extrazonalen Bedingungen vor (vgl. Text).

extrazonale Vegetation. Diesen Begriff hatte PACZOSKI 1915 erstmals aufgestellt. Er verstand darunter kleinere Flecken der zonalen Vegetation, die unter besonderen Bedingungen außerhalb ihrer eigentlichen zonalen Verbreitung vorkommen, z. B. findet man zonale Eichenwälder auch weiter südlich extrazonal in der Steppenzone an kühleren und feuchteren Nordhängen, also lokal unter Bedingungen, die denen der zonalen Eichenwald-Zone entsprechen. Ebenso wird man eine zonale Vegetation auch extrazonal weiter nördlich antreffen unter lokal günstigen Klimabedingungen, z. B. an warmen Südhängen (Abb. 14). Dasselbe gilt auch hinsichtlich einzelner Pflanzenarten: *Filipendula hexapetala*, *Myosotis sylvatica*, *Senecio campestris* u. a. sind Arten der zonalen nördlichen krautreichen Steppen; weiter südlich sind die zonalen Steppen für diese Arten zu trocken, man findet sie dann nur in der extrazonalen Vegetation in den feuchteren Senken oder an den weniger trockenen Nordhängen (Abb. 15, I). Ein anderes Beispiel sind die trockenheitliebenden Arten *Stipa ucrainica*, *Linum villosa*, *Oxytropis pilosa*, *Phlomis pungenis*, die für die zonalen krautarmen südlichen Federgrassteppen bezeichnend sind. Sie kommen weiter nördlich nur in der extrazonalen Vegetation an warmen und trockenen Südhängen vor (Abb. 15, II). Schließlich könnten wir auch Arten nennen, die extrazonal sowohl im Norden als auch im Süden von der zonalen Verbreitung auftreten (Abb. 15, III).

Das Vorhandensein der extrazonalen Vegetation gibt uns die Möglichkeit, wie ALECHIN betont, die zonale Vegetation weiter im Norden, bzw. im Süden vorauszusagen oder sie zu rekonstruieren, wenn sie in diesen Gebieten durch Kulturf Flächen völlig ersetzt wurde. Die extrazonale Vegetation entspricht dieser zonalen in allen Einzelheiten umso mehr, je näher sie zu dem Gebiet der zonalen Vegetation vorkommt.

Wir haben diese Beziehungen zwischen zentraler und extrazonaler Vegetation in dem ökologischen Gesetz der relativen Standortskonstanz und des Biotopwechsels zusammengefaßt (H. u. E. WALTER 1953; WALTER-STRAKA 1970, S. 53, WALTER 1973, S. 32).

Außer der zonalen und extrazonalen müssen wir noch eine azonale Vegetation unterscheiden. Wir verstehen darunter eine Vegetation, die weniger durch das Klima, sondern mehr durch besondere Bodenverhältnisse bestimmt wird und deshalb auf den entsprechenden Böden innerhalb mehrerer Zonen in gleicher oder ähnlicher Ausbildung auftreten kann. Als Beispiel nennen wir die Wasserpflanzenvegetation, die Vegetation auf Salzböden, auf beweglichem Dünen sand, die der Flußauen usw. (Abb. 12, 13).

Häufig wird dabei zwischen der azonalen und der intrazonalen Vegetation unterschieden, wobei die letztere ebenfalls edaphisch bedingt ist, aber nur auf eine Zone beschränkt bleibt. Als Beispiel könnte man die Hochmoore nennen,

die in Osteuropa für die boreale Nadelwaldzone typisch sind (Abb. 11); doch findet man sie in Westeuropa auch im ozeanischen Gebiet der Laubwaldzone. Andererseits kommt die azonale Vegetation zwar in verschiedenen Zonen vor, aber sie erfährt dabei doch gewisse floristische Veränderungen, z.B. unterscheidet sich die Sandvegetation am Unterlauf des Dnjepr floristisch sehr stark von der an der Oka oder mittleren Wolga. Es läßt sich deshalb keine scharfe Trennung zwischen azonaler und intrazonaler Vegetation ziehen; denn eine klimatische Beeinflussung findet stets in schwächerem oder stärkerem Ausmaße statt. Deswegen wollen wir nur von einer azonalen Vegetation sprechen, die vorwiegend durch die edaphischen Bedingungen und nur relativ geringfügig durch das zonale Klima bestimmt wird.

Die natürliche Pflanzendecke blieb in den letzten Jahrhunderten auch im Großraum VII nicht unberührt, sondern wurde durch Eingriffe des Menschen in zunehmendem Maße verändert. Dort, wo es sich um eine extensive, meist unrationale Nutzung handelte, z.B. durch Standweide oder ungeregelte Holzentnahme, wird die Dichte der Vegetation vermindert, was zu einer Abnahme von Blattflächenindex und auch primärer Produktion führt. Zugleich tritt eine Verschiebung der Zonengrenzen ein und zwar im Gebiet südlich von der ausgeprägt humiden Klimazone in der Richtung einer scheinbaren zunehmenden Aridität, d.h. der Wald wird zur Steppe, die Steppe zur Halbwüste, die Halbwüste zur Wüste. Deshalb wird oft behauptet, das Klima werde trockener und führe zur Versteppung, bzw. zum Vordringen der Wüste.

Aber auch im nördlichen Teile der humiden Zone tritt eine Veränderung zu Ungunsten des Waldes ein. Durch zu starke Holzentnahme oder Beweidung des Waldes wird dieser lichter und die Vorhölzer breiten sich aus, insbesondere die Birke, die selbst in Sibirien um die Siedlungen herum an die Stelle der Taiga-Baumarten tritt. An der polaren Waldgrenze ist der Holzzuwachs der Bäume so gering, daß schon durch einen geringen Holzeinschlag eine Übernutzung eintritt, was zu einem Vordringen der Tundra führt.

Bei der Besprechung der natürlichen Vegetation darf man deshalb diese, nicht immer leicht erkennbaren Eingriffe des Menschen nicht außer acht lassen.

5. Untergliederung der zonalen Vegetation

Die Grenzen zwischen den einzelnen Vegetationszonen sind niemals scharf, vielmehr sind immer mehr oder weniger breite Übergangszonen vorhanden. Diese wurden insbesondere durch die Klimaschwankungen in der Postglazialzeit verursacht; denn die einzelnen Zonen erfuhren eine Verschiebung zuerst nach Norden, dann nach Süden. Dazu kommen weitere Klimaschwankungen, die sich bis zur Gegenwart fortsetzen. Die Zonengrenzen sind somit nicht stationär, sondern in ständiger Bewegung begriffen. Es ist deshalb müßig darüber zu streiten, ob die Waldtundra zur Waldzone oder zur Tundrazone zu rechnen ist, und dasselbe gilt auch für die Waldsteppe, bzw. die Wüstensteppen oder Halbwüsten. Nur der Mensch ist bestrebt, scharfe Grenzen zu ziehen, die Natur kennt sie meist nicht.

Innerhalb jeder der 4 Haupt-Vegetationszonen (Tundra, Wald, Steppe, Wüste) macht sich das Klimagefälle von Nord nach Süd so stark bemerkbar, daß man die einzelnen Zonen noch in Unterzonen teilen kann. Dementsprechend werden auf der Vegetationskarte der USSR von ALECHIN in Osteuropa folgende Zonen mit ihren Unterzonen unterschieden:

1. *Arktische Tundra-Zone*
 - a) Polare Kältewüsten
 - b) Eigentliche Tundra
 - c) Waldtundra als Übergangszone
2. *Wald-Zone*
 - a) Boreale Nadelwaldzone = Taiga:
 - α) Sehr lichte nördliche Taiga
 - β) Mittlere Taiga
 - γ) Südliche Taiga
 - b) Gemischte Nadelholz-Breitlaubwälder als Übergangszone
 - c) Breitlaubwälder, meist zur Waldsteppen-Zone gerechnet
3. *Steppen-Zone*
 - a) Nördliche Wiesensteppe zur Waldsteppenzone gehörend
 - b) Krautreiche Federgras (*Stipa*)-Steppe
 - c) Krautarme Federgras (*Stipa*)-Steppe
4. *Wüsten-Zone*
 - a) Halbwüstenzone mit *Artemisia* als Übergangszone

- b) Wüstenzone mit verschiedener Ausbildung der Vegetation.

Was die Übergangsgebiete zwischen den einzelnen Unterzonen anbelangt, so werden drei Typen unterschieden (GRIBOVA, ISSATSCHENKO und KARPENKO 1972):

1. Gleitende Übergänge, z. B. zwischen der südlichen Taigazone und der Mischwaldzone im Kirow-Gebiet mit einer allmählichen Zunahme der Laubwaldarten in den Nadelwäldern nach Süden hin. Die Breite des Übergangsgebietes beträgt etwa 200 km.
2. Übergänge mit einer inselförmigen Durchdringung der Vegetationseinheiten, z. B. beim Übergang von der Laubwaldzone zur Steppenzone auf der Sura-Wolga-Wasserscheide, wo auf den leichten Erhebungen die südlichsten Eichenwälder mit beigemischter Fichte und *Oxalis* sowie *Vaccinium myrtillus* im Unterwuchs stocken, während man auf den ausgelaugten Schwarzerden die nördlichsten Steppentypen antrifft. Dieser Übergangstypus ist sehr verbreitet.
3. Diffuse Übergänge beobachtet man meistens in Gebieten mit stark gegliedertem Relief, z. B. im Moränengebiet der Waldai-Höhen, auf denen südliche Taiga-Gesellschaften sich ziemlich gleichmäßig mit Breitlaub-Nadel-Mischwäldern abwechseln. Die Nadelwälder sind an die wenig geneigten Hänge sowie die z. T. vermoorten Wasserscheiden gebunden, während die Mischwälder die gut dränierten Biotope bevorzugen. Dieses Übergangsgebiet ist etwa 100–150 km breit und läßt sich weder zu der Taiga-Zone noch zu der Mischwaldzone stellen.

Das sind nur die drei wichtigsten Typen, die man auf der in Bearbeitung befindlichen Vegetationskarte 1:2,5 Millionen ausscheiden kann. Es gibt noch einige andere.

Aber auch das Ozeanitäts-Kontinentalitäts-Gefälle von Westen nach Osten macht sich innerhalb jeder Zone bemerkbar, jedoch nicht so stark, daß der zonale Charakter gestört wird, sondern nur sekundär durch eine gewisse floristische Veränderung. Im Bereich von Osteuropa wird deshalb jeweils ein westlicher und ein östlicher Abschnitt unterschieden, z. B. in der Waldtundra mit *Betula* im Westen und *Picea* sowie

Larix im Osten, in der Taiga mit europäischen Geoelementen (z. B. *Calluna*) im Westen und sibirischen im Osten, bei den Breitlaubwäldern mit *Carpinus betulus* im Westen und ohne diese Baumart im Osten. Bei den südlichen baumlosen Zonen hat ALECHIN eine entsprechende Zweiteilung nicht vorgenommen; es werden nur die Donez-Steppen der erhöhten Lage wegen abgesondert.

Auf die bedeutend komplizierteren Verhältnisse im asiatischen Raum kommen wir im speziellen Teil zurück.

6. Wichtigste historische Tatsachen der Vegetationsentwicklung

Die historischen Fragen sollen hier nur kurz gestreift werden; denn es liegt für sie eine sehr eingehende Auswertung der russischen Literatur in deutscher Sprache von B. FRENZEL vor. Er unternahm auch den Versuch, Vegetationskarten vom euro-nordasiatischen Raum für das Pliozän, das Holstein (= Mindel-Riß, = Lichwin)-Interglazial, die Saale (= Riß, = Dnjepr)-Glazialzeit, das Eem (= Riß-Würm, = Mikulino)-Intergazial, die Weichsel (= Würm, = Waldai)-Glazialzeit und die mittlere Wärmezeit (Atlantikum) des Postglazials zu entwerfen. Diese Karten tragen zwar, insbesondere für den sibirischen Raum, aus dem nur wenige pollenanalytische Untersuchungen vorliegen, mehr provisorischen Charakter, aber sie bilden eine Diskussionsgrundlage.

Die historischen Ereignisse in Nordasien seit dem Tertiär sind eng mit denen in Europa verknüpft; sie weisen aber doch gewisse Besonderheiten auf, die mit der Lage im Inneren der größten Kontinentalmasse zusammenhängen. Sehr wichtig in dieser Hinsicht ist die Auffaltung der mächtigsten Gebirge der Erde, die in Zentralasien im Jungtertiär erfolgte und sich, wie die zahlreichen Erdbeben beweisen, bis in die Gegenwart fortsetzt. Diese bis über 7000 m hohen Gebirge halten die ozeanischen Luftmassen von Mittel- und Zentralasien ab und sind die Ursache für die Aridität des dortigen Klimas schon während des ganzen Pleistozäns. Dazu kommt, daß auch das große Tethys-Meer sich im Tertiär aus diesem Raum zurückzog und als Reste nur das Kaspische Meer und den Aralsee hinterließ.

Die großen Klimaänderungen seit dem Tertiär mit den enormen Klimaschwankungen im Pleistozän machten sich auch im ganzen nordasiatischen Raum bemerkbar, aber in Ostasien doch nur relativ abgeschwächt. Zu berücksichtigen sind außerdem die Veränderungen des Spiegels der Weltmeere, der während der Glazialzeiten erheblich sank, wodurch Asien mit Nordamerika durch eine breite Brücke verbunden wurde, und in den Interglazialzeiten stieg, starke Meerestransgressionen auslösend. Dabei wurde die Taimyr-Halbinsel zeitweilig vom Festland abgetrennt.

Das Kaspische Meer wies genau entgegengesetzte Schwankungen auf: Die geringe Verdunstung während der kalten Glazialzeiten bewirkte einen Anstieg des Wasserspiegels mit Transgressionen, während die hohe Verdunstung zur Zeit der warmen Interglaziale einen Rückzug der Wassermassen bewirkte.

Der für die Vegetation wichtigste Faktor waren jedoch die Veränderungen des Großklimas seit dem Tertiär, für die aus Europa so zahlreiche Beweise vorliegen.

Im Pliozän dürfte im euro-nordasiatischen Raum eine Tundravegetation ganz gefehlt haben. FRENZEL erwähnt für Osteuropa eine Julitemperatur, die im Mittel $4-5^{\circ}\text{C}$ über der heutigen lag, in Sibirien sollen die Januartemperaturen $5-10^{\circ}$ höher gewesen sein, so daß ein Permafrostboden fehlte. Zugleich nimmt man um etwa 300 mm höhere Niederschläge an. Der ganze sibirische Raum, nicht aber Mittel- und Zentralasien, war mit Wäldern bedeckt, deren Baumschicht aus sehr vielen, den heutigen ostasiatischen entsprechenden Arten bestand. Während der Glazialzeiten wurde jedoch die Waldvegetation durch eine kälteresistente Steppen-Tundra-Vegetation ersetzt, wie wir sie heute noch in den Gebirgen des kontinentalen Sibiriens und Zentralasiens finden.

Von allen Glazialzeiten wies die Dnjepr (= Riß, = Saale)-Glazialzeit die stärkste Vereisung auf. Das nordische Inlandeis reichte in Osteuropa mit zwei Zungen fast bis zum Dnjepr- und Donknie nach Süden und in Sibirien bis zur Irtysh-Mündung und über die Untere Tunguska hinaus, erreichte jedoch die Lena nicht. In Ost- und Südsibirien sowie in Mittel- und Zentralasien waren nur alle höheren Gebirgsteile stärker vergletschert. Während dieser Eiszeit konnten sich Baumarten in Sibirien höchstens in geschützten südlichen Flußtälern halten,

sehr kälteresistente Arten vielleicht auch zerstreut in den südlichen Steppen. Wälder blieben nur im Kaukasus im kolchisch-hyrkanischen Gebiet und in Ostasien erhalten.

Während des letzten Interglazials waren die heutigen Tundragebiete zum größten Teil vom Meer bedeckt. Die Waldzone erstreckte sich wieder vom Atlantik bis zum Ochotskischen Meer; aber diese Wälder trugen nicht mehr den Charakter der pliozänen, sondern waren artenarm und erinnerten an die heutigen.

Während der letzten Glazialzeit blieb die Vereisung in Nordasien auf die Taimyr-Halbinsel und die höheren Gebirge beschränkt. Im nördlichen Teil waren wieder Steppen-Tundren verbreitet, im südlichen blieb die Taiga erhalten. Die Bewaldung nahm in der Postglazialzeit mit der Erwärmung des Klimas zu, die Tundra zog sich nach Norden zurück und gliederte sich dem Klima entsprechend in eine westliche mehr maritime und eine östliche extrem kontinentale (vgl. S. 34ff.).

Das postglaziale Wärmeoptimum bewirkte, daß die polare Waldgrenze über die heutige weit nach Norden hinausreichte, was durch das Vorkommen von Baumstümpfen und Baumstämmen in den heutigen Tundratorfböden bewiesen wird (Abb. 30, Signatur 14). Auch die schmale Laubwaldzone, die heute nur in Osteuropa sich nördlich von der Steppenzone bis zum Ural erstreckt, setzte sich damals nach Westsibirien mindestens bis zum Altai fort. Als dann im Subboreal und Subatlantikum das Klima wieder etwas kühler wurde und die polare Waldgrenze sich nach Süden verschob, zogen sich auch die Laubwälder nach Westen hinter den Ural zurück. Nur an besonders begünstigten Standorten – in geschützten Tälern des Altai-Gebiets – konnten sich, wie wir noch sehen werden, Relikte dieser Laubwälder bis zur Gegenwart halten (vgl. Altai, Teil VII).

Es ist nicht anzunehmen, daß es sich um Interglazialrelikte handelt, geschweige denn um Tertiärrelikte, obgleich es zur Ausbildung einiger Kleinarten gekommen ist, wie *Anemone altaica*, *Tilia sibirica* u. a.

7. Erläuterung der Klimadiagramme

Wie in dem Werk des Verf. «Die Vegetation der Erde», so werden auch in diesem Band die Klimaverhältnisse einzelner Gebiete durch Kli-

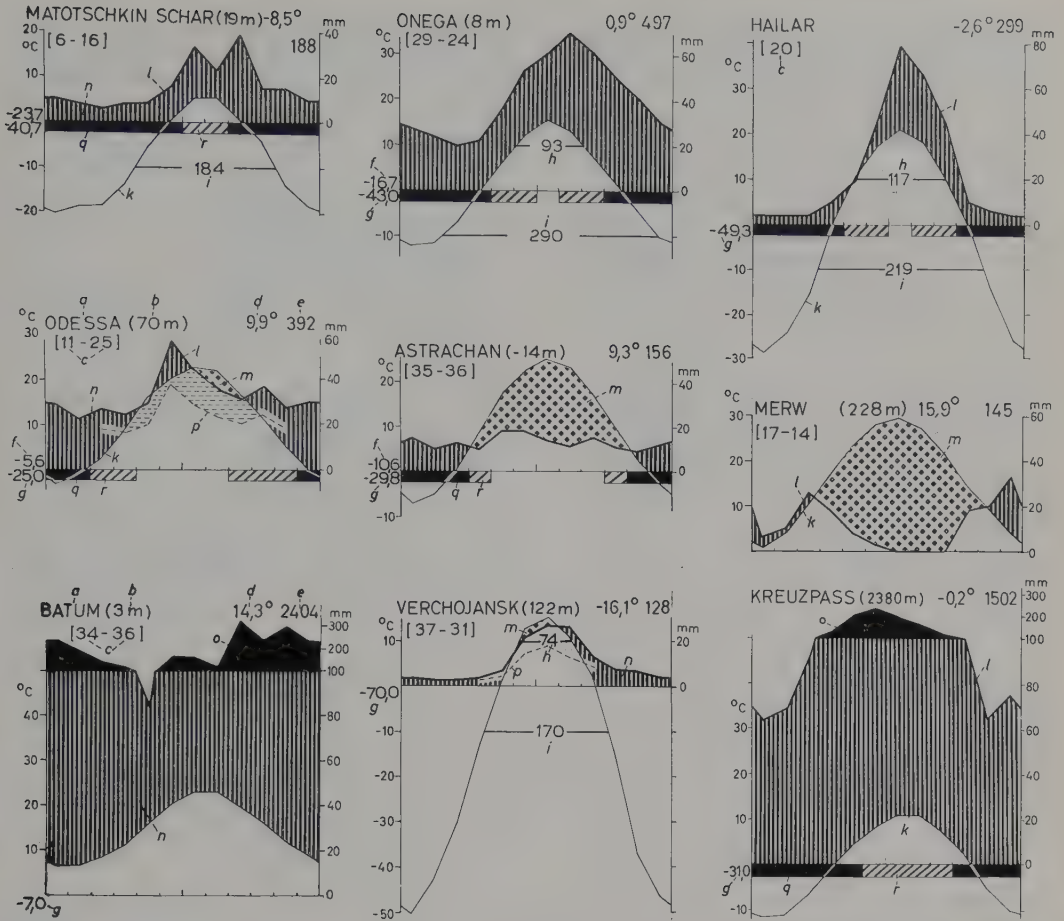


Abb. 16. Erläuterung der Klimadiagramme an typischen Beispielen aus dem Großraum VII:

Abszisse = Monate (I–XII, s. Teilstriche bei Batum). Ordinate mit Teilstrichen = 10°C bzw. 20 mm Niederschlag (Zahlen nur hier; sie werden sonst weggelassen). Weitere Erläuterungen hauptsächlich bei Odessa und Batum: a = Name der Station, b = ihre Höhe über dem Meer, c = Zahl der Beobachtungsjahre (bei zwei Zahlen gilt die erste für Beobachtungsjahre der Temperatur, die zweite für die der Niederschläge), d = mittlere Jahrestemperatur, e = mittlerer Jahresniederschlag, f = mittleres tägliches Minimum des kältesten Monats, g = absolutes Minimum (d.h. tiefste gemessene Temperatur), h = Zahl der Tage mit Temperaturmitteln über $+10^{\circ}\text{C}$, i = Zahl der Tage mit Temperaturmitteln über -10°C , k = Kurve der mittleren Monatstemperaturen (1 Skalenteil = 10°C), l = Kurve der mittleren monatlichen Niederschläge (im Verhältnis der Skala $10^{\circ}\text{C} = 20$ mm Niederschlag), m = relative Dürrezeit (punktiert), n = relative humide Jahreszeit (vertikal schraffiert), o = mittlere monatliche Niederschläge die 100 mm übersteigen (Skala auf $1/10$ reduziert, s. schwarze Fläche bei Batum oder Kreuzpass = perhumide Jahreszeit), p = ergänzende Niederschlagskurve bei Odessa, erniedrigt im Verhältnis $10^{\circ}\text{C} = 30$ mm, darüber gestrichelt = relativ trockene Jahreszeit (nur bei Steppendiagrammen eingezeichnet), q = Monate mit mittlerem Tagesminimum unter 0°C (schwarz = kalte Jahreszeit), r = Monate mit absolutem Minimum unter 0°C (schräg schraffiert = Spät- oder Frühfröste kommen vor).

Nicht für alle Stationen sind sämtliche hier angeführten Daten erhältlich; wenn sie fehlen, bleiben die entsprechenden Stellen im Diagramm frei (z.B. bei Merw die Daten für f, g, q und r).

Beispiele: *Matotschkin Schar* (Nowaja Semlja) für die Tundrazone, *Onega* für die boreale Nadelwaldzone, *Hailar* für die Waldzone in der Mandschurei, *Odessa* für die Steppenzzone, *Astrachan* für die Halbwüste und *Merw* für die Wüste. *Batum* (SW-Kaukasus) hat im Großraum VII die höchsten Niederschläge, *Verchojansk* (Ostsibirien) weist mit die tiefsten Temperaturen auf, der *Kreuzpass* im Kaukasus dient als Beispiel für eine Gebirgsstation in der alpinen Stufe (Fröste in jedem Monat des Jahres möglich).

radiogramme dargestellt. Diese vermitteln uns auf anschauliche Weise eine Vorstellung von dem Gesamtklima eines Ortes und geben zugleich die für das Pflanzenwachstum wichtigsten Klimadaten wieder: Jahrestemperatur und -niederschlag, monatliche Temperatur- und Niederschlagswerte, Temperaturminimum, Vorhandensein und Dauer einer humiden bzw. ariden Jahreszeit, sowie einer kalten und frostfreien Periode. Sie sind somit vor allem für die Beurteilung der ökologischen Verhältnisse in den einzelnen Gebieten geeignet.

Solche ökologischen Klimadiagramme liegen im Klimadiagramm-Weltatlas für die meteorologischen Stationen aller Kontinente vor (vgl. WALTER und LIETH 1967). Die stets gleiche Darstellungsmethode soll an Hand einiger Klimadiagramme aus dem Großraum VII auf der Abbildung 16 erläutert werden.

Für die potentielle Verdunstung (Evaporation) liegen nur von wenigen Stationen veröffentlichte Werte vor. Deshalb verwenden wir als relatives Maß der potentiellen Evaporation die Temperaturkurve, die fast parallel zu der von der potentiellen Evaporation verläuft. Setzt man sie in Beziehung zur Niederschlagskurve, so kann man im Klimadiagramm die *relativ* humiden bzw. ariden Monate im Mittel von vielen Jahren zur Darstellung bringen:

Wenn in unseren Klimadiagrammen die Temperaturkurve unter der Niederschlagskurve verläuft, so sind die betreffenden Monate relativ humid (vertikal schraffierte Fläche, die nur bis zur 0°C -Linie ausgedehnt wird, weil bei Frost die Verdunstung minimal ist); liegt dagegen die Temperaturkurve über der Niederschlagskurve (im Maßstab $10^{\circ}\text{C} = 20\text{ mm}$), so handelt es sich für die Pflanzen *des betreffenden Klimagebiets um eine relativ dürre Jahreszeit* (punktierte Fläche). Verläuft dagegen nur die ergänzende Niederschlagskurve (im Maßstab $10^{\circ}\text{C} = 30\text{ mm}$) unterhalb der Temperaturkurve, so gibt die darüber gestrichelte Fläche eine *weniger extreme Trockenzeit* an, die vor allem für die Darstellung eines Steppenklimas von Bedeutung ist und deshalb sonst nicht eingezeichnet wird.

Die vertikale Erstreckung der schraffierten bzw. punktierten Flächen gibt uns einen Anhaltspunkt für die Intensität der Humidität bzw. der Dürre (vgl. die Diagramme von Odessa und Astrachan auf Abb. 16). In einzelnen Jahren können Dürrezeiten oder Kälteperioden auf-

treten, die im Diagramm, das die mittleren Verhältnisse wiedergibt, nicht zu erkennen sind. Solche extremen Verhältnisse lassen sich nur durch *Klimatogramme* darstellen, d.h. durch Klimadiagrammreihen, wobei die Klimadiagramme jeweils für die einzelnen aufeinanderfolgenden Jahre gezeichnet werden (möglichst von mindestens 20 Jahren). Kurze Klimatogramme sind auf Abb. 178 dargestellt.

Die Klimadiagramme auf Abb. 16 sollen zugleich eine Vorstellung von den großen Klimaunterschieden innerhalb des Großraums VII geben: Matotschkin Schar liegt in der arktischen Tundra auf Nowaja Semlja, Onega ist typisch für die europäische Nadelwaldzone, während Hailar mit Sommerregen und kalten Wintern die mandschurischen Verhältnisse im Fernen Osten widerspiegelt; Odessa hat ein Steppenklima, Astrachan ein Halbwüsten- und Merw in der Kara-Kum ein Wüstenklima, wobei es die Station mit der höchsten Jahrestemperatur im Großraum VII ist. Batum an der SE-Schwarzmeerküste hat in dem Großraum die höchsten Niederschläge und zugleich die mildesten Winter, während Verchojansk (mit Oimekon, Abb. 80) in NE-Sibirien der Kältepol der besiedelten Gebiete der Erde ist (Temperaturamplitude bis 100°C); der Kreuzpaß schließlich ist eine alpine Gebirgsstation an der Grusinischen Heerstraße im Kaukasus.

Klimadiagramme sind besonders geeignet, um *Homoklimate* zu finden, d.h. Gebiete wenn nicht mit identischem, so doch mit sehr ähnlichem Klima. Als Beispiel bringen wir auf Abb. 17 die Klimadiagramme von Taschkent, Ankara, Eriwan und Kabul, die sich nur durch die Höhenlage und damit etwas hinsichtlich der Jahrestemperatur unterscheiden. In Nordamerika findet man diesen Klimadiagrammtypus bei Salt Lake City und anderen Stationen in Utah. In allen diesen Fällen handelt es sich um Beckenlandschaften, die von hohen Gebirgen umgeben sind, in ähnlicher Breitenlage; nur Kabul liegt etwas südlicher.

Will man sich rasch über die Klimagliederung eines Großraumes oder eines ganzen Kontinents orientieren, so greift man zu *Klimadiagrammkarten*, d.h. geographischen Karten, bei denen die Klimadiagramme entsprechend der Lage der Stationen eingetragen sind. Als Ergänzung zu den «Vegetationsmonographien der einzelnen Großräume» werden solche Klimadiagramm-

karten in Bd. X der Reihe (H. WALTER, E. HARNICKELL und D. MUELLER-DOMBOIS, 1974) veröffentlicht. Osteuropa ist dabei auf der Klima-

diagrammkarte 7 von Europa, während Nord- und Zentralasien zusammen mit Ostasien auf der Karte 6 dargestellt sind.

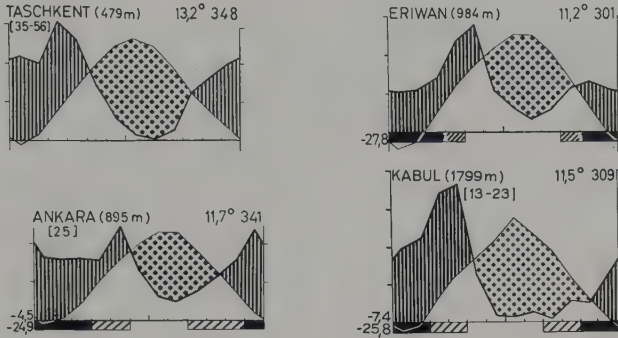


Abb. 17. Beispiele für Homoklimate: Stationen mit Winterregen und einem Niederschlagsmaximum im Frühjahr (trocken mediterraner Steppen-Klimatypus). *Taschkent* in Mittelasien, *Eriwan* in Hocharmenien, zum Vergleich *Ankara* in Anatolien und *Kabul* in Afghanistan.

Teil I

Arktische Wüsten und Tundren

I. Allgemeines

Um den 80. Breitengrad liegen östlich von Spitzbergen (Svalbard) die Inselgruppen von Franz-Joseph-Land, Sewernaja Semlja (Nordland) und vor Ostsibirien etwas südlicher die

Neusibirischen Inseln sowie ganz im Osten die Wrangel-Insel.

Auf dem osteuropäischen Festland umfaßt die Tundra die Halbinsel Kola bis zum 68–68,5° N, die Halbinsel Kanin mit der Insel Kolgudjew, die Malosemelskaja und durch die Petschora ge-



Abb. 18. Tundra-Zone von der Kola-Halbinsel bis zur Bering-Straße (nach GORODKOV und GOVORUCHIN, aus ALECHIN). Eingezeichnet sind der 70°N und der Polarkreis. Vgl. Abb. 19 und 76 mit Bezeichnung der Flüsse.

I. Unterzone der arktischen Tundra:

1 = hocharktische Tundra (z. T. auch zur Kältewüste gerechnet), 2 = Tundra mit Netzfrostböden, 3 = Fleckentundra, 4 = *Dryas*-Tundra der Gebirge, 5 = arktische *Dryas*-Tundra.

II. Unterzone der Moos- und Flechtentundren:

6 = *Cladonia*-Tundra mit Spalierweiden, 7 = Moostundra ohne *Cladonia*, 8 = *Alectoria*-Tundra in Jakutien, 9 = *Cetraria cucullata*-Tundra sowie *Eriophorum*-Bulten- und *Ledum decumbens*-Tundra, 10 = *Cetraria cucullata*-Tundra mit *Dryas punctata*.

III. Unterzone der Zwergstrauchtundren:

11 = westliche *Betula nana*-Tundra im Süden häufig mit *Alnus* (*Alnastrum*) *fruticosa*, 12 = zentral-sibirische *Betula exilis*-Tundra, 13 = fernöstliche Bulten-Tundra mit *Carex lugens* und *Betula middendorffii* oder *Pinus pumila*.

IV. Unterzone der Waldtundra:

14 = nördliche und südliche Waldtundra, 15 = Gebirgswaldtundra, 16 = Gebirgstundra und Golzy, 17 = Waldgrenze (Taigagrenze) im Tiefland, d. h. Südgrenze der Tundrazone.

18 = Südgrenze der fast vegetationslosen Polarwüste, d. h. Nordgrenze der eigentlichen Tundra. Arktische Kältewüste = ohne Signatur (nördlich von 18).

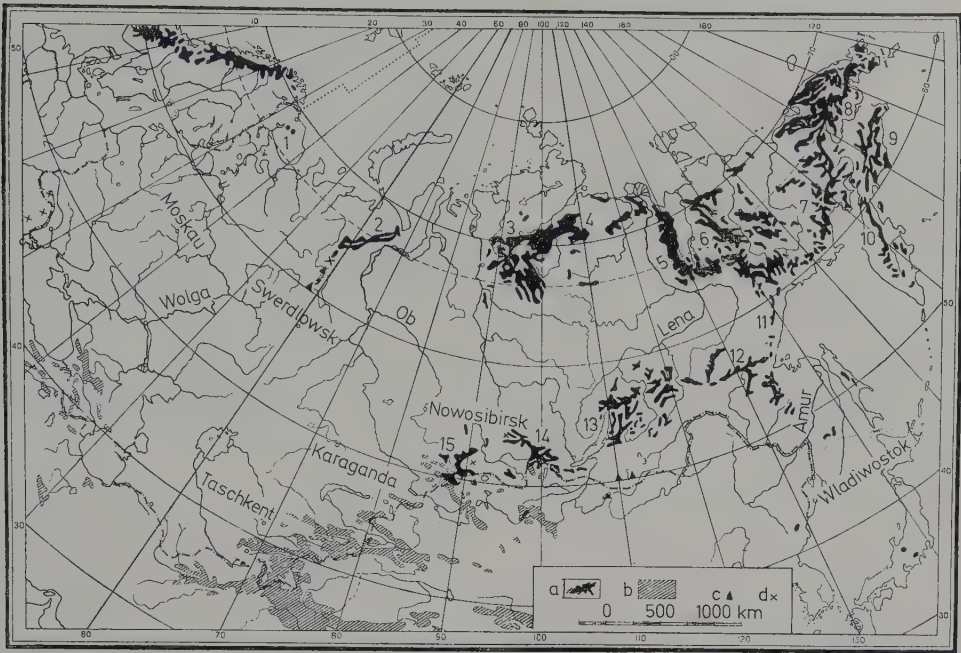


Abb. 19. Verbreitung der Gebirgstundra (a und c) sowie der alpinen Matten (b und d). Einzelne Gebirge: 1 Chibiny (Kola-Halbinsel), 2 polarer und subpolarer Ural, 3 Putorana-Berge, 4 Anabar-Berge, 5 Werchojansker-Gebirge, 6 Tscherski-Gebirge, 7 Kolyma-Gebirge, 8 Anadyr- und Tschuktschen-Gebirge, 9 Korkjaken-Gebirge, 10 Kamtschatka, 11 Küstengebirge, 12 Stanowoi-Gebirge, 13 Gebirge um Baikalsee, 14 Sajan-Gebirge, 15 Altai-System. Im SW schraffiert sind die Mittel- und Zentralasiatischen Gebirge mit alpinen Matten (dasselbe gilt für den Kaukasus). Aus Descr. Veget. URSS.

trennt die Bolschesemelskaja Tundra bis etwa zum 67° N. Sie reicht im Osten bis zum polaren Ural (1365 m NN) und dem Pai-Cho-Gebirge, das seine Fortsetzung in der Insel Waigatsch und (durch die Karische Pforte getrennt) in den beiden Inseln von Nowaja Semlja erfährt. Im asiatischen Teil greift die Tundra-Grenze südlich von der Halbinsel Jamal infolge der starken Versumpfung der Ob-Mündung über den Polarkreis nach Süden, verläuft jedoch am Jenissej wieder nördlicher (69° N), umfaßt die ganze Taimyr-Halbinsel und weicht an der Chatanga bis zum 72° N nach Norden zurück. Sie kreuzt die Lena auf dem 71° N, die Jana (nördlich von Werchojansk) auf dem 70° , ebenso die Indigirka und geht an der Kolyma wieder fast bis 68° N nach Süden, um ganz im Osten die Tschuktschen-Halbinsel mit dem Anadyr-Gebiet einzuschließen und in Nord-Kamtschatka bis über den 60° N nach Süden zu reichen (s. auf Abb. 18 die Grenzlinie 17).

Diese Grenzlinie bezieht sich auf die tiefen Lagen. Auf den Gebirgen greift die Tundra als Gebirgstundra-Stufe weit nach Süden. Es wären folgende Gebirge von W nach E zu nennen (Abb. 19): (1) Chibiny (1191 m NN) auf der Kola-Halbinsel, (2) Polarer und Subpolarer Ural (1894 m NN), (3) Putorana-Berge (1701 m NN) östlich Norilsk und im Chatanga-Oberlauf, sowie weiter östlich (4) die Anabarschen Berge (905 m NN), (5) das Werchojansker Gebirge (2389 m NN), (6) das Tscherski-Gebirge (3147 m NN), (7) die Kolyma- sowie (8) Anadyr-(Tschuktschen)-Gebirge, die Höhen von 1465 bis 1853 m NN erreichen, (9) das Korkjaken-Gebirge und (10) auf Kamtschatka die Vulkankegel, die sich bis auf 4750 m NN erheben. Dazu kommen (11) die Küstengebirge, die über (12) das Stanowoi-Gebirge (2999 m NN) zum Baikalsee reichen, und (13) die Berge um diesen (2572 m NN); sie stehen mit ihren höchsten Erhebungen in direkter Verbindung mit der

Tundra. Selbst im (14) Sajan-Gebirge und z. T. im (15) Altai kommt die Gebirgstundra noch vor.

Insgesamt nimmt die Tundra-Zone über 3 Millionen km² oder rund 15 % der USSR ein.

2. Arktische Kältewüsten

Bei der Erstreckung der arktischen Zone über insgesamt 20 Breitengrade macht sich eine deutliche Vegetationsgliederung von Norden nach Süden bemerkbar, die es erlaubt, eine Reihe von Unterzonen zu unterscheiden. Abzutrennen ist zunächst das Gebiet der Arktischen Kältewüste, das alle Inseln nördlich vom 75. Breitengrad umfaßt, die Nordinsel von Nowaja-Semlja, den nördlichsten Teil der Taimyr-Halbinsel mit dem Kap Tscheljuskin (Abb. 18, Grenzlinie 18). Dieses Gebiet ist oft fast vegetationslos, oder der Deckungsgrad der Vegetation ist sehr gering. Die Nordinsel von Nowaja Semlja ist zum größten Teil von Inlandeis bedeckt, das 400 bis 450 m Mächtigkeit erreicht (Abb. 21). Auch die anderen Gebiete sind fast das ganze Jahr von Eis und Schnee bedeckt, auf deren Oberfläche sich im Sommer einzellige Algen entwickeln, wie die rotgefärbte *Chlamydomonas nivalis*, die dem Firn eine rosa Färbung verleiht, oder braune Diatomeen, bzw. grüne Flagellaten. Diese Algen absorbieren die Sonnenstrahlung und erwärmen sich, wodurch der Schnee taut, so daß sich eine Reihe grubenförmiger Einsenkungen bilden. Die sehr kurze und kühle Vegetationszeit geht aus den Klimadiagrammen der Stationen in dieser Zone hervor (Abb. 20, 1-4).

Auf den über die Eis- und Schneefläche herausragenden Berggipfeln (Nunatakern) wachsen Flechten (*Rhizocarpon*, *Parmelia*, *Lecidea*, *Placodium*, *Gyrophora* u.a.), in den Felsritzen auch einige Moose (*Racomitrium*, *Dicranum*). Auf den im Sommer freien Flächen machen sich Solifluktionserscheinungen bemerkbar; Strukturböden, wie Netz- oder Polygonböden sind allgemein verbreitet, wobei die Polygone einen Durchmesser von 0,5–1 m (5 m) erreichen. In den Furchen dazwischen sieht man neben Strauchflechten auch Blütenpflanzen, letztere vereinzelt ebenfalls auf Steinschuttflächen.

Die Bodenbildung ist kaum ausgeprägt: Gleitartige Böden findet man nur in Senken; unter Horst- oder Polsterpflanzen sammelt sich etwas Humus an. Die Vegetationsperiode verkürzt sich auf 4–6 Wochen.

Von den bis 20 cm Höhe erreichenden Blütenpflanzen sind die häufigsten: *Alopecurus alpinus*, *Deschampsia arctica*, *Phippsia algida*, *Cerastium alpinum* s. l., *Ranunculus sulphureus*, *Stellaria edwardsii*, *Saxifraga nivalis*, *S. cernua*, *Draba macrocarpa*. In der Bodenschicht dominieren die Moose: *Ditrichum flexicaule*, *Hylocomium alaskanum*, *Camptothecium trichoides*, *Drepanocladus uncinatus*, *Racomitrium hypnoides*, *Aulacomnium turgidum*, *Polytrichum alpinum*, *Schistidium gracile*, *Oncophorus wahlenbergii* u.a. Daneben kommen Strauchflechten vor: *Thamnia vermicularis*, *Cetraria islandica*, *C. cucullata*, *C. nivalis*, *Alectoria nigricans*, *Cladonia pyxidata*, *Ochrolechia inaequalis*, *Stereocaulon rivulosum* u.a.

Im südlichsten Bereich treten Spalier- und kleine Zwergsträucher auf, wie *Salix*- und *Dryas*-Arten.

SE-Spitzbergen:

Eine ausführliche Vegetationsstudie liegt aus dem westlichsten Teil der europäischen Kältewüste vor schon außerhalb unseres Großraumes VII und zwar aus dem etwas kontinentaleren SE-Spitzbergen (HOFMANN 1968). Das Gebiet liegt zwischen 78° und 78° 20' N, steigt bis 500 m NN an und ist zu 50 % mit Gletschern bedeckt. Die Julitemperaturen dürften zwischen 2,5–3,5° C liegen. Die Vegetationszeit beträgt in Tieflagen 3 1/2 Monate (von Juni bis Mitte September), in Hochlagen nur 2 Monate (Juli–August). Während von Spitzbergen 165 Gefäßpflanzen, darunter 10 Holzpflanzen bekannt sind, wurden im kälteren SE nur 86 Gefäßpflanzen und als einzige Holzpflanzen *Salix polaris* sowie *Dryas octopetala* gefunden.

In Höhenlagen von 100–430 m NN findet man als Höhenstufe eine arktische Frostschuttflora, das *Papaveretum dahliani*, mit sehr geringer Deckung.

Von diesem können wir folgende Angaben machen:

Charakterarten: *Papaver dahlianum*, *Festuca brachyphylla*, *Poa abbreviata*, *Draba subcapitata*, *D. bellii*, *Braya purpurascens*, *Potentilla pulchella*.

Häufige Begleiter: *Cerastium arcticum*, *C. regelii*, *Saxifraga caespitosa*, *S. cernua*, *S. nivalis*, *Stellaria crassipes*, *Sagina intermedia*, *Oxyria digyna*, *Cochlearia officinalis* und wenige Moose wie *Distichium capillaceum*, *Encalypta alpina*, *Syntrichia* (*Tortula*) *ruralis*, *Hyponum revolutum*.

Untergesellschaften:

a) mit *Saxifraga oppositifolia* an feinerdereicherer Stellen bis 15 % deckend,

b) mit *Salix polaris* an klimatisch günstigeren Stellen mit weiteren Arten: *Luzula nivalis*, *L. confusa*,

Pedicularis hirsuta, *Saxifraga flagellaris*, *Potentilla hyparctica*, *Dryas octopetala*, *Silene acaulis* und der Flechte *Stereocaulon alpinum*.

In tiefen Lagen ist eine Moos-Tundra die zonale Gesellschaft, das *Tomenthypnum nitens*, das eine dicht verflochtene Moosdecke bildet:

Charakterarten sind: *Tomenthypnum nitens* (dominant), *Dicranum angustum*, *Aulaconium palustre*,

Sphagnum squarrosum, *Ranunculus sulphureus*, dazu als Begleiter weitere Moose, Flechten und einige Blütenpflanzen.

Die typische Untergesellschaft wird durch *Ranunculus sulphureus* und *Saxifraga hirculus* gekennzeichnet; dort, wo die Moosdecke nicht geschlossen ist, fallen die weißgrauen Polster von *Stereocaulon alpinum* auf und treten *Salix polaris*, *Dryas octopetala*, *Silene acaulis*, *Melandrium apetalum* u.a. hinzu. Für

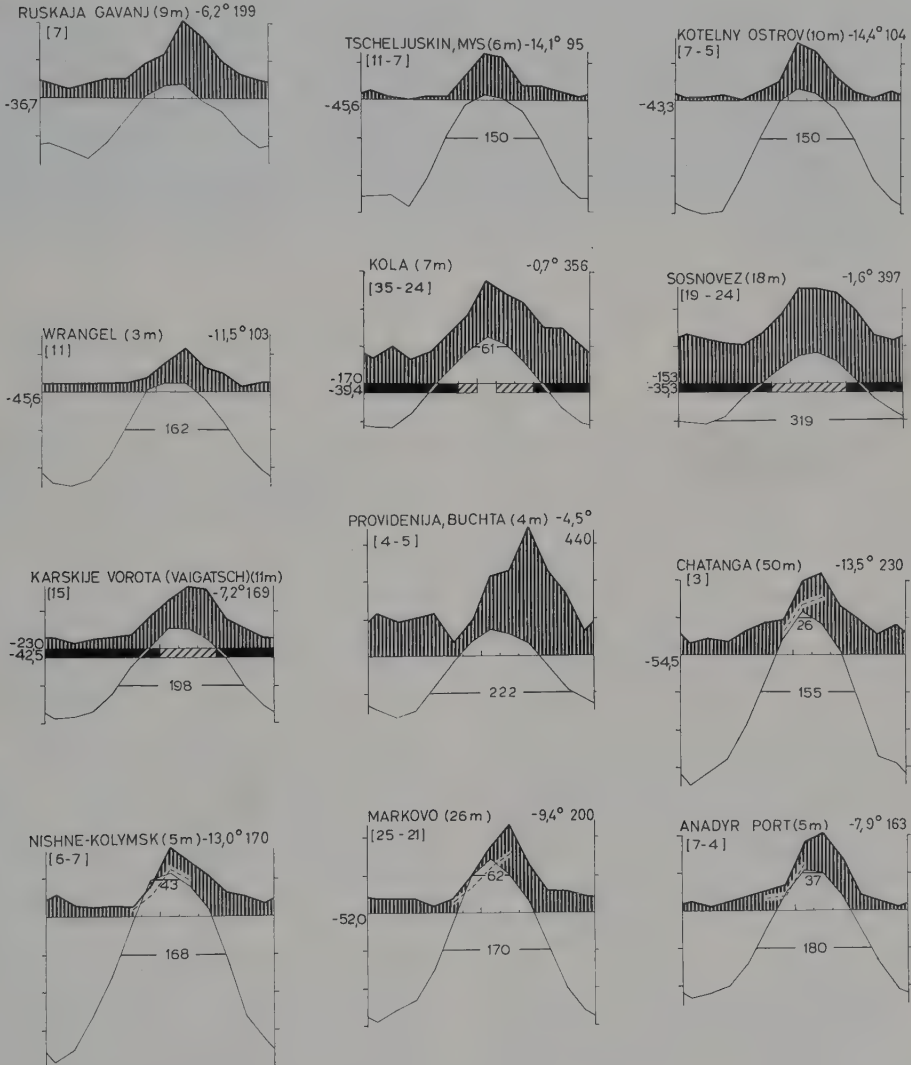


Abb. 20. Klimadiagramme aus der Tundrazone. Obere Reihe = arktische Wüste: N-Insel von Nowaja Semlja (76°N), Nordende der Taimyr-Halbinsel ($77\frac{1}{2}^{\circ}\text{N}$), Neusibirische Insel (76°N), dazu Insel Wrangel (71°N). Echte Tundra: Kola auf $68\frac{1}{2}^{\circ}\text{N}$ (Waldgrenze), Sosnowez am Weißen Meer auf dem Polarkreis (in Tundra), Karskija. Vorota auf der Insel Waigatsch (70°N), Providenija B. an der Beringstraße in Tundra (64°N). 4 Diagramme aus dem extrem kontinentalen Klima in Ostsibirien (Stationen an Waldgrenze).

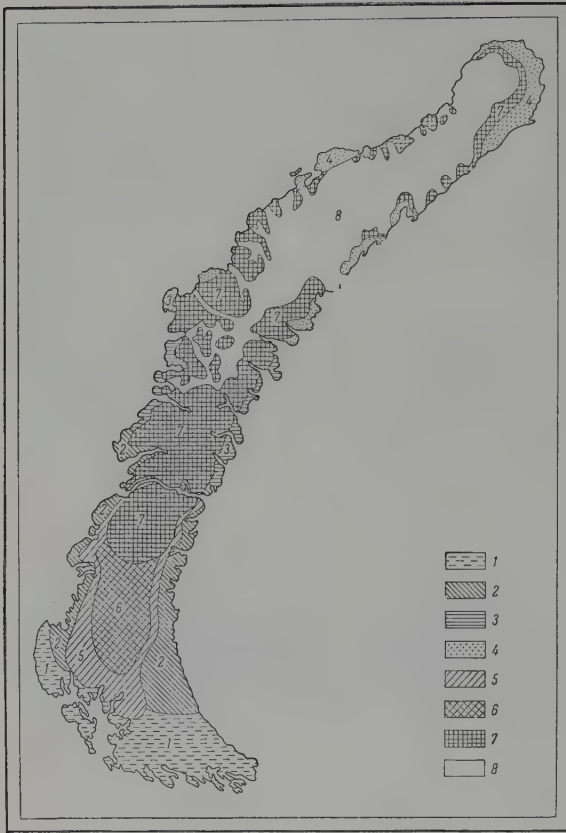


Abb. 21. Vegetationskarte von Nowaja Semlja ($70\frac{1}{2}^{\circ}$ – 77° N), aus ALEXANDROVA. 1 = südliche arktische Tundra, 2 = nördlich arktische Tundra, 3 = südliche Zone der Polarwüste, 4 = nördliche Zone der Polarwüste, 5 = Stufe der arktischen Gebirgstundra, 6 = Stufe der polaren Gebirgstüste (südliche), 7 = Stufe der polaren Gebirgstüste (nördliche), 8 = Gletscher.

Bachränder ist eine *Bryum cryophilum*-Sickerflora typisch mit viel *Calliergon sarmentosum* und vereinzelt *Chrysosplenium tetrandrum* sowie *Ranunculus hyperboreus*.

Auf Hochflächen dominiert *Racomitrium lanuginosum* mit Flechten, auf lockerem Material *Rh. canescens*. An durch Vögel gedüngten Felsen wachsen *Oxyria digyna*, *Saxifraga cernua* und *Cochlearia officinalis*, auf feinerdereichen Stellen findet man Düngerrasen mit *Festuca rubra* var. *mutica*, *Poa arctica*, *P. alpigena*, *Alopecurus alpinus*, *Taraxacum arcticum*, *Polygonum viviparum* und *Ranunculus pygmaeus*, *R. nivalis*, sowie *R. sulphureus*.

Eine halophile Strandgesellschaft bilden *Puccinellia phryganodes* und *Stellaria humifusa* mit *Carex ursina*, *Cochlearia officinalis* und *Bryum argenteum*.

Nowaja Semlja (Kältewüste):

Von der Südinsel von Nowaja Semlja, deren nördliches Drittel über 200 m NN auch noch

zur arktischen Wüste gehört, liegt eine ausführende neuere Arbeit von ALEXANDROVA (1956) vor. Es läßt sich dort eine untere Höhenstufe von 200–300 m NN und eine obere darüber unterscheiden (Abb. 21). Auf die Tundra der tiefen Lagen kommen wir im nächsten Abschnitt zurück. Die untere arktische Wüste ist zum größten Teil eine kahle, windgefeigte steinige Fläche mit vielen Krustenflechten an den Blöcken und kleinen Moospolstern von *Racomitrium hypnoides* sowie *Dicranoweisia crispula*, *Schistidium apocarpum*, *Andreaea petrophila* und den Flechten *Cetraria nivalis*, *Alectoria ochroleuca*, *Stereocaulon* sp. oder *Cornicularia divergens* zwischen den Steinen. Ganz vereinzelt kommen Blütenpflanzen vor (*Luzula confusa*, *Cardamine bellidifolia*, *Saxifraga nivalis*, *Papaver radicum*), in feuchteren Vertiefungen neben *Cetraria hiascens* auch *Deschampsia arctica*, *Saxifraga cernua*). Nur an windgeschützten Biotopen mit etwas mehr Feinerde und Polygonböden findet man Tundrafragmente mit weiteren Arten, wie *Salix*



Abb. 22. Meeresküste auf der Insel Kolgudjew (Foto R. POHLE). Blühende fakultativ halophile *Matricaria ambigua* (aff. *inodora*), rechts vorn das Gras *Arctophila fulva*, dahinter dichte Horste von *Deschampsia arctica*, dem Boden dicht anliegend viel *Stellaria humifusa*. Im Hintergrund am Strande Primärdünen von *Honckenya* (*Minuartia*) *peplodes*.

polaris, *Poa arctica*, *Potentilla emarginata*, *Cerastium regelii*, *Ranunculus nivalis*, *Phippsia algida* sowie *Ph. concinna*. Ebenso fehlen kleine Hypnaceen-Moore mit *Eriophorum chamissonis*, *E. angustifolium* und *Carex stans* nicht ganz.

Diese extrazonalen Tundragemeinschaften fehlen der oberen arktischen Gebirgswüste über 300 m NN und die Vegetation ist noch viel ärmer.

Kotelny-Insel:

Als weiteres Beispiel einer arktischen Wüste greifen wir aus dem sibirischen Raum die Insel Kotelny (Neusibirische Inselgruppe) heraus, über die GORODKOV (1956) sehr ausführlich berichtete. Diese Insel liegt zwischen 75–76° N und erhebt sich bis 330 m NN, wobei die obere arktische Gebirgswüste schon bei 60–70 m NN beginnt.

Während des Pleistozäns war die Insel vereist, doch hat sich vielleicht *Artemisia* (aff. *borealis*) auf eisfreien Felsgipfeln gehalten. Während der postglazialen Wärmezeit war die Vegetation reicher als heute: *Alnus fruticosa*-Bestände sind aus dieser Zeit nachgewiesen worden, ebenso solche von *Betula* und größeren *Salix*-Arten. Es herrschte wohl eine feuchte Tundra vor; denn 1–1,5 m mächtige Torfreife blieben erhalten,

während die Torfschichten heute nur eine Dicke von 15 cm erreichen. Die darauffolgende Abkühlung des Klimas wird auch durch die Tatsache bewiesen, daß *Eriophorum angustifolium*, *Salix glauca*, *Dryas punctata*, *Nardosmia frigida* und *Saussurea tilesii* heute keine Samen ausbilden. Insgesamt wurden 76 Gefäßpflanzen, 100 Flechten, 133 Moose, 40 Pilzarten und 120 vielzellige Algen gesammelt.

Als erster Pionier auf dem salzigen Schlamm Boden an der Meeresküste stellt sich die sterile Ausläufer bildende Art *Atropis phryganodes* ein, auf etwas trockenerem Boden bei abnehmendem Salzgehalt auch *Cochlearia groenlandica* und das Gras *Dupontia fischeri*. Tritt ein Überfluten durch Meerwasser nur noch im stürmischen Winter ein, so gesellen sich zur immer noch vorherrschenden *Atropis* andere Arten hinzu, wie *Stellaria humifusa*, *Pleuropogon sabini*, *Ranunculus hyperboreus* und *Arctophila* (*Colpodium*) *fulva* (Abb. 22). Wenn die Schlammablagerung ganz aufhört, dann gelangt über ein kurzes Zwischenstadium mit *Phippsia algida*, *Alopecurus alpinus*, *Deschampsia brevifolia*, *Juncus biglumis* und *Caltha arctica* ein Rasen aus *Dupontia* (Deckung 40–70 %) zur Ausbildung, wobei Moose (*Distichium*, *Bryum*) und *Nothoc* einen leichten Überzug am Boden bilden. Diese Wiesen werden erst Anfang Juli aper.

Auf kiesigen Strandwällen findet man vereinzelte Polster von *Saxifraga oppositifolia*, *S. caespitosa*, *Draba macrocarpa*, *Papaver polare*, *Eritrichium villos*

sum; auf solchen, die sich 1 m über den Meeresspiegel erheben, auch *Oxyria digyna*, *Salix polaris*, *Alopecurus alpinus*, wobei die Deckung 10–20 % erreicht und die Zahl der niederen Pflanzen ebenfalls zunimmt.

Die Niederungen landeinwärts sind mit Hypnaceen-Mooren bedeckt; auch auf diesen herrscht *Dupontia* vor (30 % Deckung); bei leichter Bultenbildung treten *Eriophorum angustifolium*, *Salix polaris*, *Luzula nivalis*, aber auch *Nardosmia* und *Senecio frigidus* hinzu, doch kommt es nicht zur Ausbildung einer Flechtentundra. Infolge von Thermokarst-Erscheinungen entstehen oft kleine Seen, die vertorfen, wodurch die Permafrostgrenze bis auf 20–25 cm unter die Bodenoberfläche ansteigt. Auf jungem Torf findet man *Eriophorum scheuchzeri*, *Ranunculus sulphureus* u. a., doch wird der Torf, sobald er sich etwas höher emporwölbt, wieder zerstört. An solchen Stellen treten dann Blätterpilze auf und die Zahl der Blütenpflanzen wird größer (*Salix polaris*, *Potentilla emarginata*, *Draba micropetala*, *Saxifraga nivalis*, *S. cernua* u. a.), während *Dupontia* verschwindet.

Weit verbreitet sind Netzfrostböden, die der zonalen Vegetation entsprechen. Für sie sind auf Kalkboden *Saxifraga oppositifolia*, sonst *Salix polaris* besonders bezeichnend.

Mehr Arten wachsen auf Sandböden mit einer Gesamtdeckung der Vegetation von 95 % (Moose und Flechten 80 %, Blütenpflanzen 35 %); außer den bereits genannten Arten findet man hier *Ranunculus sabinii*, *Cardamine bellidifolia*, *Cerastium regelii*, *Minuartia orthotrichoides*, *Poa alpigena*, *Saxifraga hirculus* und *Lloydia serotina*.

Auch die Zusammensetzung der fast geschlossenen Decke auf 2–5° geneigten Hängen mit überwiegender *Salix polaris*, die infolge von Solifluktion mit der oberen Gleibodenschicht langsam abwärts kriecht und eine bultige Oberfläche mit Rissen aufweist, ist nicht anders; doch ist die Zahl der Moos- und Flechtenarten immer größer als die der Blütenpflanzen.

Das gilt in erhöhtem Maße für die Vegetation der höheren Lagen über 60–70 m NN, wobei die in 120–150 m NN schon einem Hochgebirge entsprechen. Die Gesamtdeckung schwankt zwischen 20–50 % an günstigen Stellen, die Artenzahl beträgt für Flechten 36, für Moose 42 und für Blütenpflanzen 21. Die letzte Blütenpflanze (*Saxifraga oppositifolia*) erreicht 230–240 m NN, während die Sandsteinterrasse in 310 m NN noch zu 10 % mit 25 Flechten und Moosen bedeckt ist.

Die sehr spärliche Pflanzendecke der arkti-

schen Wüsten ist nach GORODKOV (1956) vor allem auf 2 Ursachen zurückzuführen: 1) auf die Nährstoffarmut des Substrats und 2) auf die mechanische Wirkung des Windschliffs. Sobald der Boden stark gedüngt wird, z. B. unter den Sitzplätzen der Schnee-Eule, nimmt die Dichte der Vegetation zu, ohne daß neue Arten hinzukommen, wobei die Moose durch *Alopecurus alpinus*, *Festuca cryophila*, *Saxifraga cernua*, *Cochlearia groenlandica*, *Oxyria digyna*, *Ranunculus* und *Papaver* unterdrückt werden.

Insel Wrangel:

Wir schließen die Besprechung der arktischen Wüste mit der ebenfalls von GORODKOV (1958) eingehend untersuchten Vegetation der Wrangel-Insel ganz im Osten, fast vor der Beringstraße, ab. Sie liegt etwas südlicher, zwischen dem 71°–72° N, ragt aber mit den Erhebungen bis 1000 m NN noch ganz in die Wüstenregion hinein.

Die arktische Wüste unterscheidet sich nach GORODKOV von der Tundra vor allem dadurch, daß die höheren Pflanzen vereinzelt stehen und der Wettbewerbsfaktor keine Rolle spielt; vielmehr muß sich die einzelne Pflanze gegen die Unbilden der Umwelt behaupten – den Eisschliff, die Bodenbewegungen infolge der Solifluktion, das Abwaschen durch Schmelzwässer von dem wassergesättigten Boden usw. GORODKOV betont auch, daß es falsch ist, die Vegetation der Arktis als eine junge Bildung der Postglazialzeit zu betrachten, wie es meist in Europa geschieht. Die Insel Wrangel ist in dieser Beziehung besonders lehrreich, weil auf ihr keinerlei Anzeichen einer früheren Vergletscherung im Pleistozän festzustellen sind. Sie bildete einen Teil des Kontinents, was durch die breiten Flußtäler bewiesen wird, die garnicht zu den heutigen Verhältnissen passen.

Die anstehenden Granite erheben sich zu kegelförmigen, an Vulkane erinnernden Bergen und sind infolge der intensiven Verwitterung mit 1–2 m großen Felsblöcken übersät. Diese bewegen sich ständig abwärts und können deshalb nicht von höheren Pflanzen besiedelt werden. Von Moosen ist nur *Racomitrium lanuginosum* kümmerlich zwischen Flechten noch in 1000 m NN entwickelt, dagegen ist die Zahl der Flechten recht groß.

Auf den Felsblöcken wachsen die dunklen Thalli der *Gyrophora proboscidea* und *G. rigida*, die gelblichen von *Rhizocarpon*, *Lecidea* u. a.; zwischen kleine-

ren Steinen siedeln sich an: *Alectoria ochroleuca*, *Cetraria nigricans*, *C. nivalis*, *Cladonia amarocephala*, *Cornicularia divergens*, *Parmelia birulae*, *P. omphalodes*, *Sphaerophorus fragilis*, *Thammodia vermicularis* und mehr beigemischt die Polster von *Alectoria nigricans*, *Cetraria islandica*, *Cladonia coccifera*, *C. pyxidata*, *C. rangiferina*, *C. sylvatica*, *Parmelia pubescens*, *Stereocaulon alpinum*.

Die höchsten Standorte von Blütenpflanzen (*Chrysosplenium wrightii* und *Saxifraga cernua*) wurden auf Polygonböden des Glimmerschiefergebiets in 600 m NN festgestellt.

Auf einer windgefügten, armen Sandsteinhochfläche in 200–250 m NN nahmen die kahlen Flächen der Polygone 40% ein, auf die Flechten entfielen ebenfalls 40%, auf die Moose fast 20% und auf die Blütenpflanzen nur wenige Prozent.

Die Zusammensetzung des mit Vegetation bedeckten Anteils war: 3 *Thammodia vermicularis* und *Racomitrium lanuginosum*, 1 *Cetraria cucullata* und *C. islandica*, + *Alectoria ochroleuca* mit 9 anderen Flechten und *Grimmia gracilis* sowie *Oncocarpus wahlenbergii*, 1 *Alectoria nigricans*, *Dicranoweisia crispula*, *Dicranum spadiceum*, *Hylocomium alaskanum*, *Hypnum revolutum*; Blütenpflanzen (relative Menge) 1 *Chrysosplenium wrightii* und *Stellaria edwardsii*, + *Alopecurus alpinus* mit *Luzula confusa*, *L. nivalis*, *Oxyria digyna*, *Papaver polare*, *Saxifraga funstonii*, *S. nivalis*, *S. serpyllifolia*, 1 *Androsace ochotensis*.

In geschützter Lage wird der Flechtenbestand dichter; auf einer Fläche von 500 m² waren nur 20% kahl, die 4–3 cm hohen Flechten nahmen 55% ein, die Moose 20%. Zwischen den Flechten wurde *Salix phlebophylla* (1–2 cm hoch) gefunden; neu hinzu kamen *Cardamine bellidifolia*, *Potentilla elegans*, *Minuartia macrocarpa*. In der Nachbarschaft wuchsen *Hierochloë alpina*, *Oxytropis nigrescens*, *Saussurea tilesii* und *Selaginella sibirica*.

Der Übergang von der arktischen Flechtenwüste zu der Flechtentundra vollzieht sich allmählich. Je nach der Stärke der Solifluktion nehmen die vegetationslosen Flächen von 80% auf nur wenige ab. Zwergsträucher treten auf, wie *Vaccinium vitis-idaea*, *Cassiope tetragona*, aber auch *Salix polaris* und *S. reptans* sowie *Artemisia arctica*, *A. borealis*, *A. glomerata*, *Aster consanguineus*, *Carex rupestris* u. a. Dagegen fehlen so häufige arktische Arten wie *Diapensia lapponica* und *Vaccinium uliginosum* der Insel ganz.

Zu der arktischen Wüste der Wrangel-Insel rechnet GORODKOV folgende Formationen:

1. Die Flechtengesellschaften der Blockhalden und Steinhänge, auf die wir bereits hinwiesen. In tieferen Lagen findet man an Moosen außer *Racomitrium* noch *Andreaea papillosa* und *Polytrichum alpinum*.
2. Lebermoosgesellschaften auf Schutt- und Lehmhöden der Niederungen, die längere Zeit von Wasserpflützen und kleinen Seen bedeckt sind. Die Wassertiefe ändert sich infolge eines wechselnden Zuflusses und vorübergehender Aufstauung durch Eis ständig; nur die aus dem Wasser auftauchenden Teile werden von Lebermoosen (*Anthelia juratzkana*, *Cephaloziella divaricata*, *Cesia coralloides*) und der Flechte *Thammodia vermicularis* besiedelt. Dazwischen steht vereinzelt *Deschampsia brevifolia*, seltener *Luzula nivalis* oder *Saxifraga rivularis*. Bei größerer Stabilität der Pflanzendecke werden die Lebermoose durch Laubmoose (*Aulacomnium turgidum*, *Drepanocladus uncinatus* u. a.) verdrängt; es kommen die Flechten *Cladonia pyxidata* sowie *Ochrolechia inaequata* hinzu; *Deschampsia* wird zahlreicher und es treten außerdem *Alopecurus alpinus*, *Potentilla emarginata* und *Stellaria edwardsii* auf. Diese Vegetation findet man besonders häufig auf den meeresnahen flachen Niederungen.
3. Die Flechten-Moosgesellschaften der Polygonböden, bei denen sich die Pflanzen auf die Streifen der Netze beschränken; sie finden dort Schutz gegen Schneetreiben und bessere Nährstoffverhältnisse (Ansammlung von Humus, Düngung durch schutzsuchende Insekten und Lemminge sowie Würmer). Auf den kahlen lehmigen Flächen kann sich *Nostoc commune* ansiedeln, zuweilen auch die annuelle *Koenigia islandica*. Mit der Zeit erlangen die Moose das Übergewicht und die Zahl der Blütenpflanzen nimmt zu (außer den unter 2. genannten noch *Carex lugens*, *Saxifraga hirculus*, *Salix polaris* u. a.). Insgesamt werden über 50 Arten angeführt.
4. Die Flechten-Tundra, die in der arktischen Wüste nur fleckenweise auf besonders günstigen Biotopen auftritt. In ihr können Zwergsträucher vorkommen.
5. Die arktischen Wiesengesellschaften, die ebenfalls nur kleine Flächen mit größeren Schneeanhäufungen im Winter einnehmen. Es sind also Schneeböden in Südlage mit günstigen Temperaturverhältnissen im Sommer.



Abb. 24. Warme Felsnische auf der Halbinsel Kola mit blühendem *Hieracium villosum* und Krustenflechten auf der Gesteinsoberfläche (Foto R. POHLE).

Folgende Bestände wurden notiert:

a) *Androsace lehmanniana*, *Antennaria friesiana*, *Cardamine hyperborea*, *Claytonia arctica*, *Lloydia serotina*, *Melandrium triflorum*, *Minuartia macrocarpa*, *M. rubella*, *Myosotis alpestris*, *Polemonium boreale*, *Potentilla emarginata*, *Ranunculus pygmaeus*, *R. sulphureus*, *Rhodiola integrifolia*, *Saxifraga nivalis*, *S. rivularis*, *Taraxacum arcticum*, *Valeriana capitata* u. a.

b) Auf Wiesen unterhalb von Schneeböden mit *Phippsia algida* blühten üppig *Aster consanguineus*, *Bromus arcticus*, *Cerastium bialynickii*, *C. maximum*, *Draba pseudopilosa*, *Oxyria digyna*, *Poa alpina-vivipara*, *Saxifraga caespitosa*, *S. cernua*, *Taraxacum chamissonis*, *T. hyparcticum*.

c) Am Hangfuß zur Terrasse mit Moos-Polygonen wuchsen *Artemisia borealis*, *Carex rupestris*, *Draba nivalis*, *D. subcapitata*, *Eritrichium arctioides*, *Poa alpigena*, *Salix glauca* (Abb. 45a), *Taraxacum chamissonis*, *T. hyparcticum*, *T. lateritium*.



Abb. 23. Blumenmatte auf Kolgужew am windgeschützten Hang (Foto R. POHLE): *Alchemilla alpestris* (links vorne), weißfilzige Stengel von *Artemisia tilesii* (Mitte), vor diesen (links) blühendes *Polemonium coeruleum* s.l. und oben vivipare *Saxifraga cernua*.

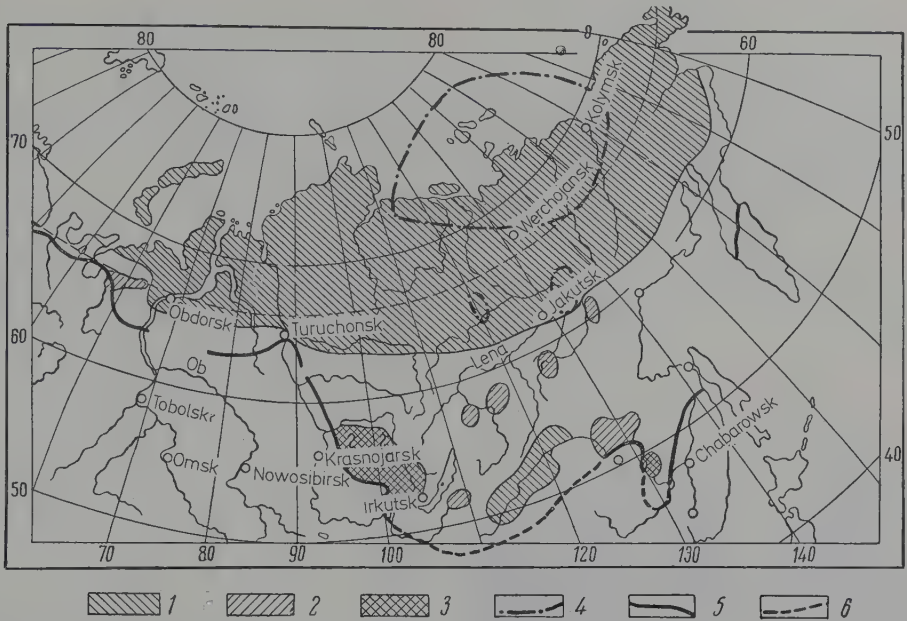


Abb. 25. Karte des Permafrostbodens (nach SUMGIN, aus ALECHIN, verändert). 1 = Gebiet der geschlossenen Verbreitung von Permafrostboden, 2 = Permafrostboden inselförmig fehlend, 3 = Permafrostboden nur inselförmig vorkommend, 4 = Gebiet mit sehr tief reichendem gefrorenem Boden (über 150 m), 5 = Südgrenze des Permafrostbodens, 6 = dasselbe außerhalb der USSR. Weiße Fläche = Angaben über Permafrost fehlen.

3. Untergliederung und Zusammensetzung der Tundra

Die eigentliche Tundra wird nach GORODKOV in folgende Unterzonen von Norden nach Süden gegliedert (Abb. 18):

1. Arktische Tundra
2. Moos-Flechten-Tundra
3. Zwergstrauch-Tundra
4. Waldtundra; nördliche und südliche.

Über die klimatischen Verhältnisse geben die auf Abb. 20 wiedergegebenen Klimadiagramme Auskunft. Sie zeigen, daß das Klima sich von Westen nach Osten ändert. Die Temperaturamplitude ist im Westen und ganz im Osten gering, in Zentralsibirien dagegen sehr groß. Wir können somit ein maritimes oder ozeanisches und ein kontinentales Tundraklima unterscheiden. Die Südgrenze der Tundra entspricht dem Verlauf der Juli-Isotherme von 10–14° C. Die

Niederschläge sind nicht hoch (unter 300 mm); doch ist das Klima infolge der geringen Verdunstung humid. Die Schneedecke ist mit 20–50 cm dünn, sie wird jedoch von allen Erhebungen fortgeweht und kann in den Senken oder in Windschattenlagen viel mächtiger sein. Im Winter sind Stürme (Purga) bis zu 40 m/sec mit starkem Schneegebläse häufig.

Die verschiedene Mächtigkeit der Schneeablagerung im Luv und Lee bedingt einen ungleichen Schneeschutz, beeinflusst aber zugleich auch die Dauer der Apherzeit; denn unter mächtigen Schneewächten wird die Pflanzendecke sehr spät schneefrei. Beides bleibt nicht ohne Wirkung auf die Zusammensetzung der Vegetation. Nach GORODKOV ist deshalb bei unruhigem Relief nur die Windexposition von Bedeutung (Abb. 23), während GRIGORIEV mehr die Bestrahlungsunterschiede während des Sommers an nord- und südexponierten Hängen betont (Abb. 24). Als Beispiel führt er auf der Kanin-Halbinsel folgendes an (aus ALECHIN):

Tab. 3. Vegetationsunterschiede am S- und N-Hang

Wiesenvegetation am Südhang:

Anthoxanthum odoratum, *Solidago virgaurea*, *Cerastium triviale*, *Chrysanthemum bipinnatum*, zwischen Weiden-gebüsch blühende *Veronica longifolia*, am Hangfuß *Pedicularis sceptrum-carolinum*.

Tundravegetation am Nordhang:

Erst vor kurzem ausgeaperte *Salix herbacea* mit *Sibbaldia procumbens*, *Veronica alpina*, *Epilobium anagallidifolium* und *Pyrola minor*. Alle Pflanzen mehr oder weniger zwergig.

Sicher ist, daß ebenso wie in den Alpen beide Faktoren von Bedeutung sind. Bei starker Bestrahlung erfolgt das Ausapern früher. Die obige



Abb. 26. Waldinsel am Polarkreis in der Großen Samojedentundra unweit der Waldgrenze (Foto R. POHLE). Die Bäume (Fichte und Kiefer) stehen weit voneinander entfernt; dazwischen ist der Boden mit Flechten bedeckt. Unter den Fichten viel *Empetrum nigrum*; außerdem noch Birkenbüsche.

Vegetation am Nordhang erinnert an die alpinen Schneetälchen, die an mächtige Schneeeablagerungen gebunden sind.

Da die mittlere Jahrestemperatur mit Ausnahme des äußersten Westens tief unter 0°C liegt, macht sich der Permafrost bemerkbar, der weit nach Süden in die Waldzone reicht (Abb. 25). Der gefrorene Boden kann über 150 m tief sein. Doch ist für die Pflanzen nur die Mächtigkeit der im Sommer auftauenden Schicht von Bedeutung. Diese hängt nicht nur von der Lufttemperatur, sondern auch von der Bodenart ab, so taut z.B. in der osteuropäischen Tundra Sandboden bis zu einer Tiefe von 150 cm, Lehm-boden bis 125 cm und Torfboden nur bis zu 30–40 cm auf. Bäume kommen in der Wald-tundra deshalb auf tiefer auftauenden Sandböden vor, aber auch dort verlaufen die Wurzeln nur in den oberen sich im Sommer erwärmenden Bodenhorizonten, dafür aber über 10 m radial, was den weiten Abstand zwischen den Bäumen in der Nähe ihrer polaren Grenze er-



Abb. 27. Versumpfte Stelle auf der Insel Kolgujew (Foto R. POHLE). Dichte Decke der rein vegetativ wachsenden *Rubus chamaemorus*; in einer Senke mit Torfbrei *Eriophorum scheuchzeri*, links (Mittelgrund) Haarschöpfe von *Eriophorum vaginatum*, im Hintergrund höhere im Winter schneefreie Fläche mit *Lecanora tartarea*.

klärt (Abb. 26). Eine geschlossene Waldgrenze gibt es in diesem Falle nicht.

Durch den Permafrost wird ein Abzug des Wassers in die Tiefe verhindert. Deshalb sind die Böden der Tundra schlecht drainiert, was in ebener Lage eine Versumpfung nach sich zieht (Abb. 27). Auch das Bodenrelief wird durch den Permafrost verändert. Als Folge von einer lokalen Eis-Anreicherung entsteht die Torfhügel-Tundra (Palsen-Moore) im Süden (vgl. WALTER 1968, S. 505–507) und die Bulten-Tundra sowie die Fleckenboden-Tundra im Norden (Abb. 28).

Auf die Torfhügel kommen wir bei der Besprechung der Waldtundra zurück. Die Bulten sind 30–100 cm hoch bei einem Durchmesser von 30–200 cm. Sie werden durch Eisbildung im Boden emporgehoben und können auch auf Lehm- oder Sandböden entstehen. Die Bodenflecken bilden sich, wenn eine relativ dünne nicht gefrorene Schicht zwischen dem Perma-

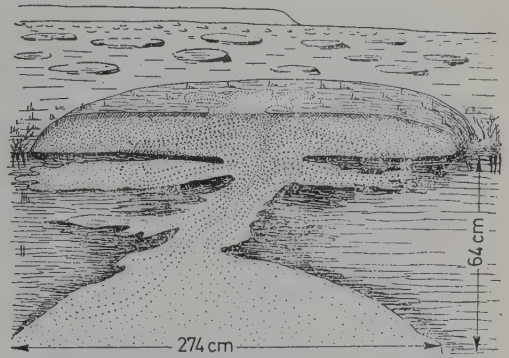


Abb. 28. Fleckenbodentundra mit vertikalem Schnitt durch einen Flecken (nach GOVORUCHIN, aus ALECHIN).

frostboden und der oberen im Herbst gefrierenden Schicht zusammengepreßt wird; dabei wird letztere stellenweise gesprengt und der dünne



Abb. 29. Fleckenbodentundra im Tscherski-Gebirge (NE-Jakutien, 1100 m NN). Vorherrschend *Betula exilis* und *Rhododendron parviflorum*. Im Vordergrund ist der Frostfleckenboden deutlich zu erkennen (Foto V.N. PAVLOV, Univ. Moskau).

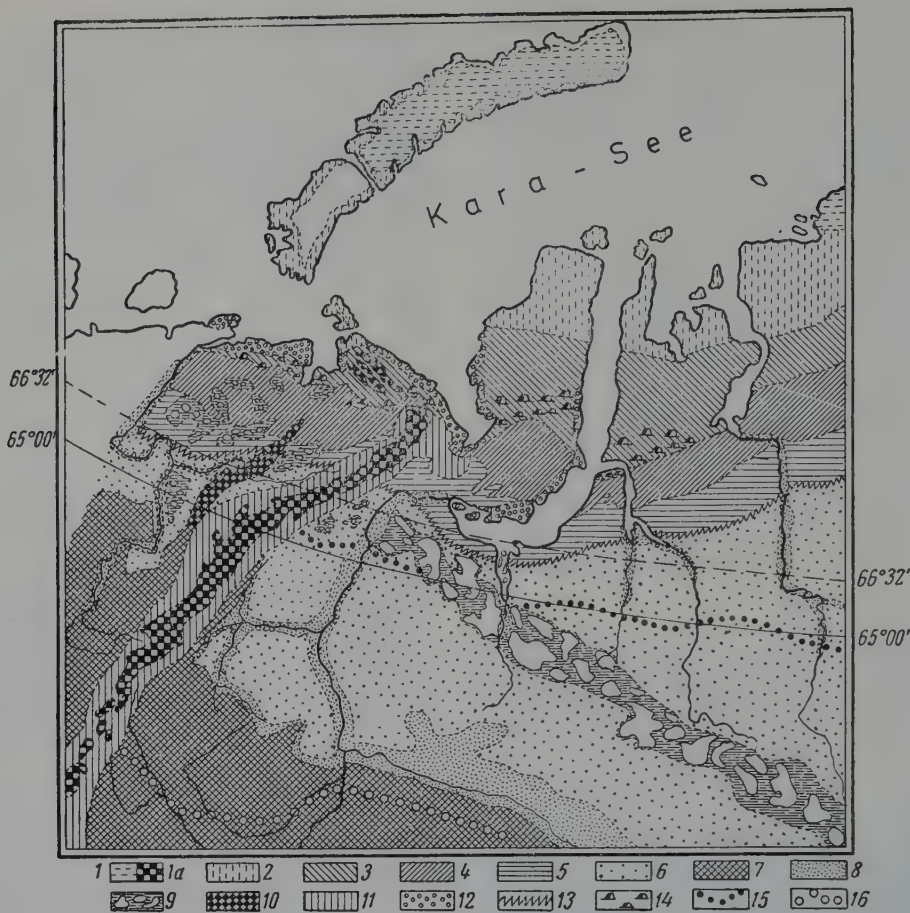


Abb. 30. Bodenzonen und Unterzonen (in Klammern) im äußersten Norden auf Nowaja Semlja und südlich der Kara-See (nach GOVORUCHIN, aus ALECHIN). Vgl. Nowaja Semlja auf Abb. 21.

Zonale Böden: 1 = Zone der Rohböden in der polaren Wüste und 1a = Golzy des Nord-Urals; 2–3 = Zone der Tundraböden (2 = arktische Böden nördl. 72°N und Polygon-Strukturböden süd. 72°N, 3 = Gleifleckentundra-Böden); 4–7 = Zone der podsoligen Böden (4 = krypto-podsolige Tundraböden, 5 = torfig-podsolige Böden der Waldtundra, 6 = schwach podsolige Böden, 7 = stark podsolige Böden). Intra- und azonale Böden: 8 = alluviale Böden der Flußtäler, 9 = trockene Torfböden und Torfhügel, 10 = Kalkschuttböden der Kalkhöhenzüge, 11 = eluviale Schuttböden des Gebirgsurals, 12 = Brackböden der Meeresküste, 13 = Nordgrenze der Taiga, 14 = Vorkommen von Baumstümpfen und -stämmen in Tundra-Torfböden aus der postglazialen Wärmezeit, 15 = Nordgrenze der Ortsande, 16 = Nordgrenze der typischen Podsolböden.

Lehmbrei ergießt sich über die Pflanzendecke (Abb. 28). Die vegetationslosen Flecken sind mehrere cm höher, die Pflanzen wachsen um diese herum (Abb. 29).

Über die der Vegetation entsprechende Bodenzonierung gibt die Abb. 30 für den an die Kara-See grenzenden Teil der Tundra-Zone Auskunft. Eine torfige Humusanreicherung findet man nur in der Moostundra; ein Podsol-

profil bildet sich erst in der Zwergstrauchtundra aus, und ein ortsteinähnlicher B-Horizont entsteht an der Grenze zur Waldtundra. Typische Podsolprofile sind nur in der Taiga verbreitet.

Was die Gliederung der Tundra von Westen nach Osten anbelangt, so muß man das Alter der Vegetation berücksichtigen. Die westlichsten Teile wurden im Postglazial sehr spät eisfrei; die Vegetation in diesem Gebiet ist sehr jung. Die

eu-arktische Flora Ostsibiriens ist dagegen alt und viel artenreicher. Deshalb unterscheidet man zwei floristische Provinzen:

- a) Atlantische Provinz – artenarm,
- b) Pazifische Provinz – artenreich (Tschuktschen!)

Die Flora der Arktis setzt sich aus folgenden genetischen Elementen zusammen:

1. arktisch-alpine Arten, die in Gebirgen der borealen Zone entstanden. Es sind zahlreiche und typische Vertreter auch der Arktis.
2. arktisch-alpine Arten, deren Ursprung im Gebiet der heutigen Arktis lag, meistens in den arktischen Gebirgen noch zu einer Zeit, als in den tieferen Lagen eine gemäßigte Vegetation wuchs. Als Beispiele wären *Pleuropogon sabinii*, einige Zwergweiden und *Saxifraga*-Arten zu nennen.
3. Eu-arktische Arten genetisch zu der gemäßigten arкто-tertiären Flora gehörend. Sie beschränken sich auch heute noch fast ausschließlich auf die Arktis, sind jedoch meist circumpolar verbreitet: *Dupontia fischeri*, *Hierochloë pauciflora*, *Phippsia* spp., *Arctophila fulva* u.a.
4. Arten der Gebirgstundra, nur in dieser verbreitet und in der Arktis nicht vorkommend.
5. Quasi-arktische Arten, die sowohl in der Arktis als auch in der borealen Zone verbreitet sind. In der Arktis gehen sie aber nicht weit nach Norden, in der borealen Zone dagegen insbesondere in den Lärchenwäldern Ostsibiriens und des Fernen Ostens sehr weit nach Süden.
6. Boreale Arten, die in die Tundra hineingehen, wohl als Folge eines früheren mehr nördlichen Verlaufs der Waldgrenze. Sie sind meist nicht circumpolar verbreitet, sondern nur in direkter Nachbarschaft des borealen Gebietes, aus dem sie stammen. Einige wenige sind jedoch weiter verbreitet wie *Solidago virgaurea*, *Calamagrostis langsdorffii* u.a.

Die Artenzahl der Angiospermen in den einzelnen Tundragebieten überschreitet 200–300 nicht, die der arktischen Kältewüsten liegt meist unter 100, oft unter 50. Am artenreichsten ist, wie wir erwähnten, die Flora der fernöstlichen Tundra, was auch durch das Hereinragen vieler Gebirgsrücken, die allgemein südlichere Lage und die Mächtigkeit der Schneedecke verursacht wird.

Die Klimaunterschiede sind ebenfalls für die West-Ost-Gliederung der Tundra von großer Bedeutung: der extrem kontinentale Klimacharakter Zentralsibiriens und das mehr ozeanische Klima im Westen und an der pazifischen Küste. Diese Klimaunterschiede kommen insbesondere in der Zusammensetzung der im Winter schneefreien, auf den trockenen Erhebungen wachsenden Flechtentundra zum Ausdruck: Im Ozeanischen Gebiet herrscht die *Cladonia*-Tundra vor mit *Cladonia rangiferina*, *C. sylvatica*, *C. uncinatis* und südlicher *C. alpestris*; dazu gesellen sich *Cetraria*-, *Stereocaulon*- und *Sphaerophorus*-Arten ebenso wie Zwergsträucher (*Ledum*, *Empetrum*, *Arctous*, *Phyllodoce*, *Vaccinium* spp.) und Graminiden (*Carex rigida*, *C. globularis* u.a., *Agrostis*, *Poa*, *Hierochloë*, *Luzula* u.a.). Im Gegensatz dazu ist östlich von Taimyr, im kontinentalen Jakutien die *Alectoria*-Flechtentundra verbreitet mit *Alectoria ochroleuca* u.a., südlicher mit dominierender *Cetraria cucullata*, und erst ganz im Süden eine Bulten-Tundra (wieder mit Cladonien), die im ganzen Fernen Osten die westliche Zwergstrauchtundra ersetzt. Die Bulten bestehen aus *Eriophorum*- und *Carex*-Horsten; doch reichen bis zu den Küsten der Tschuktschen-See nur *Eriophorum*-Bulten mit Cetrarien, während *Carex lugens*-Bulten mit Cladonien nur bis zum Anadyr-Becken zu finden sind (vgl. S. 46).

Das Fehlen der Cladonien im kontinentalen zentralen Teil hängt mit der Schneearmut und dem Schneegebläse zusammen, dem die schwach berindeten Cladonien nicht widerstehen. Im allgemeinen ist die Flechten-Vegetation im östlichen Teil verschiedenartiger; denn das gebirgige Relief mit vielen kahlen Gipfeln (Golzy) bedingt eine größere Mannigfaltigkeit der Biotope, so daß stellenweise auch Cetrarien und Alectorien überwiegen. Da dieses östliche Gebiet im Pleistozän nicht vereist war, fehlen hier die großflächigen, lockeren, sandigen oder lehmigen fluvio-glazialen Ablagerungen.

Die unterschiedliche Zusammensetzung der Flechtentundra ist von großer wirtschaftlicher Bedeutung, denn nur die *Cladonia*-Tundra bietet den Rentierherden gute Weide. 1968 gab es 2400000 zahme Rentiere und ihre Fleischproduktion erreichte 50000 Tonnen; dazu kamen 8000 Tonnen von wilden Renen, so daß der Eigenbedarf der in Nordsibirien rasch zunehmenden Bevölkerung gedeckt ist. Angestrebt wird eine Erhöhung der Rentierzahl auf

4½ Millionen und der Fleischproduktion auf 100000 Tonnen.

Auf den nassen und kalten, torfigen und lehmigen Böden mit Gleibildung herrscht die *Moostundra* vor. Auf sie entfallen etwa 30% der weiten ebenen Wasserscheiden. Man findet einerseits die relativ trockene Moostundra mit: a) *Dicranum elongatum*, b) *Drepanocladus uncinatus*, *Hylocomium proliferum* sowie Hepaticae und c) die trockenste Ausbildung aus *Polytrichum hyperboreum*, *P. alpinum* und *P. piliferum* mit Flechten auf sandigen Böden; andererseits die der Moosmoore a) mit *Drepanocladus*-, *Calliergon*- und *Aulacomnium*-Arten in den tiefsten von Wasser bedeckten Teilen, b) mit *Polytrichum*- und arktischen *Sphagnum*-Arten auf den Bulten und S-Hängen. Die *Sphagnum*-Arten, wie *S. lenense* und *S. balticum*, gehen weit nach Norden, sie bilden jedoch keine geschlossene Decke, so daß eine Hochmoorbildung fehlt. Diese Moostundren, die von Westen nur bis an die Lena reichen, enthalten auch viele krautige Pflanzen (*Carex rigida*, *Poa arctica*, *P. alpigena*, *Polygonum viviparum* u. a.) sowie Zwergsträucher (*Ledum palustre*, *Dryas octopetala*, *Salix polaris*, *S. reticulata*, *Vaccinium uliginosum*, *V. vitis-idaea* u. a.) und im europäischen Teil viele Arten des Nadelwaldes, so daß es sich hier vielleicht um die Restvegetation eines noch während des Wärmeoptimums der Postglazialzeit bewaldeten Gebietes handelt.

Tundra auf Nowaja Semlja:

Als Beispiel für die nördliche Tundrazone greifen wir die Südinsel von Nowaja Semlja heraus, die zuletzt von ALEXANDROVA genauer untersucht wurde (Abb. 21).

Das Gebiet besitzt ein arktisch-maritimes Klima mit relativ milden Wintern (kältester Monat $-15,4^{\circ}\text{C}$), aber starken Winden; die Sommer sind kühl (wärmster Monat $7,0^{\circ}\text{C}$), wobei kein Monat frostfrei ist. Die Mächtigkeit der Schneedecke hängt vom Relief ab (im Mittel 12–66 cm). Die Vegetationsentwicklung beginnt Mitte Mai, doch liegen die Tagesmittel um diese Zeit noch unter 0°C ; erst ab Mitte Juni sind sie positiv, so daß der Schnee beschleunigt abzutauen beginnt und die ersten Blüten von *Saxifraga oppositifolia* erscheinen. Bis Ende Juni blühen *Eritrichium villosum*, *Papaver radicatum*, *Potentilla emarginata*, *Salix polaris*, *Ranunculus nivalis*, *Caltha arctica*, *Cardamine bellidifolia*, *Silene acaulis* und *Saxifraga* spp. auf. Die Hauptblütezeit ist der Juli. Im August, dem wärmsten

Monat, setzen nur noch *Papaver radiatum*, *Ranunculus borealis* und *Myosotis asiatica* die Blüte fort. Ab Oktober fallen die Tagesmittel wieder unter 0° .

Die Böden sind in dieser Zone kaum entwickelt; es handelt sich um reine Gleiböden bis zu leicht torfigen oder leicht podsoligen Böden. Über die Rolle der Tierwelt vgl. TICHOMIROV (s. WALTER 1968, S. 547–550).

Die Flora auf Nowaja Semlja ist eine sehr junge, nacheiszeitliche. Es fehlt eine sonst so verbreitete Art wie *Lloydia serotina*, auch die ericoide Zwergsträucher kommen nicht vor. Als postglaziale Wärmerelikte sind folgende nicht oder sehr selten blühende Arten anzusehen: *Vaccinium uliginosum*, *V. vitis-idaea*, *Pyrola grandiflora*, *Betula nana*, *Comarum palustre* und wohl auch *Rubus chamaemorus*. Subfossiles Holz wurde nicht gefunden.

Die Hauptmasse der Vegetation besteht aus Moosen und Flechten sowie *Salix polaris* und auf steinigten Böden *Dryas octopetala*. Eine Zwergstrauchtundra fehlt.

Obleich die ganze Südinsel von Nowaja Semlja zur Tundrazone gehört, werden die höheren Lagen über 200 m im nördlichen Drittel doch von der arktischen Wüste eingenommen. Die Tundra der tiefen Lagen läßt sich in eine nördliche und eine südliche Variante gliedern:

Die nördliche Variante ist durch das Fehlen der bultigen Moostundra gekennzeichnet und von den *Salix*-Arten kommen nur die bodenanliegenden (*Salix polaris*, *S. arctica*, *S. reticulata*) vor. Die südliche Variante besteht vor allem aus der Flecken-Moostundra und aus bultigen Mooren, auf denen auch vereinzelt höhere *Salix*-Arten wachsen (*Salix reptans*, *S. lanata*). Die beiden Varianten findet man in einer ganz ähnlichen Ausbildung nach ANDREJEV auch auf der Halbinsel Jamal in gleicher Breitenlage.

ALEXANDROVA unterscheidet viele Gesellschaften, für die Bestandsaufnahmen vorgelegt werden:

Eine Gruppe umfaßt Moosgesellschaften mit *Salix polaris* und *Deschampsia arctica*, die zur Fleckentundra gehören (Flecken im Mittel 1,5 m groß). Unter den Moosen herrschen entweder *Hylocomium proliferum* oder *Camptothecium trichoides* oder *Drepanocladus* spp. vor. Die Zahl der angeführten Blütenpflanzen erreicht 60, wobei *Festuca brevifolia*, *Papaver radiatum*, *Carex hyperborea* u. a. häufiger sind.



Abb. 31. Zwergbirkentundra in der Großen Samojedentundra (westlich vom Polaren Ural). Dominant *Betula nana*, Halme von den Gräsern *Calamagrostis* und *Festuca*, größere Blätter von *Salix glauca* u. a. (Foto R. POHLE).

Eine andere Gruppe bilden die *Polytrichum*-Gesellschaften mit *Salix polaris* an leicht geneigten Hängen, ebenfalls mit kahlen Flecken, auf denen vereinzelt *Deschampsia arctica*, *Festuca brevifolia*, *Luzula confusa*, *Papaver radicum* und *Saxifraga caespitosa* wachsen. Dazu kommen viele Flechten (*Cladonia* spp.).

Auch ein *Dicranetum elongatae salicisum polaris* mit *Carex rigida* oder *Arctagrostis latifolia* wird genannt.

Stärker vertreten sind die Blütenpflanzen in der *Nardosmia frigida*-*Salix polaris*-Gesellschaft, die den Übergang von der Fleckentundra zur Moortundra bildet (Deckung der Moose 37%, der Blütenpflanzen 27%, der Flecken 36%).

Die Moore nehmen die weiten nassen und schlecht drainierten Flächen ein. Es sind Niedermoores oft mit Bulten. Von den Moosen dominieren *Drepanocladus*- und *Calliergon*-Arten, von den Blütenpflanzen *Carex stans*, *Eriophorum chamissonis* mit *Pedicularis sudetica*, auch *Cerastium regelii* und *Dupontia* auf den Bulten, von denen die höchsten einen Flechtenbewuchs aufweisen und bald zerfallen. Es kommen auch oligotrophe Bultenmoore mit *Polytrichum strictum* und *Sphagnum fimbriatum* oder *S. squarrosum* vor und viel *Eriophorum chamissonis*, doch erreichen die Bulten nur eine Höhe von 30–40 cm. Auf den

höchsten wachsen *Salix polaris* und *Luzula confusa* neben zahlreichen Flechten; viel seltener ist *Rubus chamaemorus*, eine Art, die erst auf der Insel Kolgijew dominant auftritt (Abb. 27).

Im südlichen Teil der Insel ist an trockeneren Standorten die Moos-Flechtentundra verbreitet. Genannt wird ein *Dicranetum cladinosum*, ein *Rhacomitrietum hypnoides cladinosum* oder *cetrariosum*, auf steinigem Polygonböden auch Moosgesellschaften mit *Cetraria hiascens*; dazu kommt wiederum viel *Salix polaris*, von Graminiden jeweils eine Art, oft auch *Saxifraga oppositifolia* und vereinzelt 10–25 andere Arten.

Weniger verbreitet sind die feuchten Tundren mit *Deschampsia arctica*-Bulten oder krautreichen wiesenartigen Gesellschaften. Auch die Flechten-Tundra findet man mehr fleckenweise an windexponierten Standorten mit geringer Schneebedeckung im Winter. In ihr treten die Moose zurück ebenso wie in der *Dryas*-Tundra, die die unteren Hänge der Erhebungen bis 200 m NN und die niedrigen Gipfel mit steinigem Schuttböden bedeckt. Dominant sind *Dryas octopetala* und *Salix polaris*; die Gesamtdeckung beträgt 42%, von denen 17% auf die Flechten entfallen. Darüber beginnt die arktische Wüste die bereits erwähnt wurde (S. 26).

Von der Meeresstrandvegetation brachten wir



Abb. 32. Hohes Weidengebüsch (*Salix phylicifolia*, *S. lanata*, *S. lapponum*, *S. glauca*) an einem windgeschützten, gutdränierten Talhang in der großen Samojedentundra westlich vom Subpolaren Ural in der Nähe einer Fichtenwaldinsel (Foto R. POHLE).

bereits eine Aufnahme vom Ostufer der Insel Kolgujew (Abb. 22). Sie entspricht der auf Nowaja Semlja.

Zu den südlichen Unterzonen der Tundra gehören die Zwergstrauchtundra und die Übergangszone der Walddundra.

In der **Zwergstrauchtundra** sind sehr weite Flächen von Zwergbirken (*Betula nana* oder *B. exilis*) – russisch Jerniki genannt (Abb. 31) – oder niedrigen *Salix*-Arten bedeckt; stellenweise dominieren Ericaceen, wie *Cassiope tetragona* oder *Phyllodoce coerulea* auf der Kola-Halbinsel, sonst *Arctous alpina* sowie die quasiarktischen *Vaccinium vitis-idaea* und *Ledum decumbens*, aber auch *Diapensia lapponica* oder *Dryas octopetala*. Die Vegetation zeigt oft Mosaikcharakter; auf wiesenartigen Flächen sind Gräser verbreitet (*Phleum alpinum*, *Phippisia algida*, *Dupontia fischeri*) oder Kräuter (*Ranunculus nivalis*, *Rumex arcticus*, die Umbellifere *Pachypleurum alpinum* u.a.). Starke Beweidung hat die Bildung von *Festuca supina*-Rasen zur Folge. Voraussetzung für das Gedeihen der Zwergsträucher ist ein winterlicher Schneeschutz.

In den Flußtälern dieses Gebietes wachsen schon mannshoch *Salix phylicifolia* (= *bicolor*), *S. lanata*, *S. hastata*, *S. lapponum*, *Alnus fruti-*

cosa, *Sorbus glabrata* und *Ribes*-Arten (Abb. 32).

Von Westen nach Osten machen sich in der südlichen Tundra deutliche floristische Unterschiede bemerkbar:

Von den Zwergbirken ist *Betula nana* vom Westen bis zum Jenissej verbreitet, östlich davon bis zum Werchojansker-Gebirge tritt an ihre Stelle *Betula exilis* und ganz im Osten *Betula middendorffii*. *Ledum palustre* wächst von der Petschora bis Taimyr, während man von der Chatanga nach Osten *Ledum decumbens* findet. In der westlichen und zentralen Tundra sind vorwiegend *Salix glauca*, *S. lanata*, *S. lapponum* und *S. hastata* vertreten, östlich von der Lena dagegen *Salix pulchra*, *S. baicalensis*, *S. parallelinervis*. Im Gebiet der Beringer Zwergstrauch-Tundra vom Kolyma-Gebirge nach Osten herrscht die niederliegende *Pinus pumila* vor, die weiter südlich für den ganzen gebirgigen Teil Ostsibiriens besonders typisch ist (Abb. 48, Teil II).

Schließlich wird auch die westeuropäische *Alnus viridis* von der Petschora bis zum Pazifik durch *Alnus (Alnaster) fruticosa* ersetzt.

In der Zwergstrauch-Unterzone kommen bereits mächtige Torflager (über 3 m) vor, die jedoch Relikte der postglazialen Wärmeperiode darstellen. Sie werden verwertet, obgleich das Trocknen des Torfes schwierig ist. Auch eine



Verlauf der polaren Baumgrenze, die die arktische Zone nach Süden begrenzt und durch verschiedene Baumarten gebildet wird: ○○○ *Betula tortuosa*, ●●● *B. ermani*, △△△ *Picea obovata*, ▲▲▲ *P. mariana*, --- *Larix sibirica*, ——— *L. dahurica* (nach TICHOMIROV 1962, aus WALTER 1968).

Abb. 33.

landwirtschaftliche Nutzung und Gemüseanbau sind auf sandigen Böden, die an Südhängen tief auftauen, möglich. Ebenso spielt das Grünland (Wiesen, Viehweiden), namentlich in den Flußtälern eine Rolle. Das Gebiet ist reich an Beerenfrüchten und Pilzen und die größeren Sträucher liefern das notwendige Brennholz.

Die südlichste Unterzone – die **Waldtundra** – bildet den Übergang zur Waldzone. Ihre Nordgrenze fällt mit dem ersten Auftreten von einzelnen Bäumen zusammen; die Südgrenze wird dort gezogen, wo innerhalb des im Süden geschlossenen Waldgebietes auf den Erhebungen die ersten Tundraflächen zerstreut auftreten und

die Hochmoore mit *Sphagnum* durch *Hypnaceen*-Moore ersetzt werden.

Die letzten Bäume an der Nordgrenze sind 2–10 m hoch; sie wachsen geschützt in den Flußtälern auf tief auftauenden Standorten (Abb. 32). Außerdem kommen Baumgruppen auf sich gut erwärmenden steinigten Böden in Südlage und auf den sandigen Rücken vor. Die Waldgrenze verläuft gewellt, d. h. sie tritt auf den ebenen Wasserscheiden weit nach Süden zurück und dringt in den Flußtälern und an Berghängen weit nach Norden vor.

Die günstigeren Bedingungen in den Flußtälern sind darauf zurückzuführen: 1. daß in ihnen das aus dem Süden strömende Wasser rela-



Abb. 34. *Betula tortuosa* an der Waldgrenze auf der Insel Sajzki an der Weißmeerküste (Foto R. POHLE). Davor Geröll alter Strandwälle mit einer Zwergstrauchtundra aus vorwiegend *Empetrum nigrum*.

tiv warm ist, 2. daß die Flußterrassen gut drainiert sind und 3. daß die sandigen Talböden sich rascher erwärmen und 4. daß die winterlichen Stürme in den Tälern sich abgeschwächt auswirken.

Besonders weit nach Norden reicht die Baumvegetation in dem kontinentalen Klima Zentral-sibiriens mit dem relativ warmen Sommer, während in den ozeanischen Klimagebieten der Baumwuchs schon in viel geringeren Breiten aufhört (vgl. S. 22).

Die Baumarten an der polaren Waldgrenze ändern sich von Westen nach Osten ebenfalls (Abb. 33). In Lappland wird die Grenze durch *Betula tortuosa* mit *Pinus sylvestris* gebildet, auf der Kola-Halbinsel sind es vorwiegend *Betula tortuosa* und *B. kusmischeffii* (Abb. 34).; vom Weißen Meer bis zur Petschora herrscht *Picea obovata* vor, *Pinus sylvestris* verschwindet und die Birken werden nach Osten immer seltener; weiter östlich bis zum Ural bleibt nur *Picea obovata* nach, aber neu hinzu kommt *Larix sibirica*, die östlich vom Ural bis etwas über den Jenissej hinaus allein dominiert. Die sibirische Lärche wird dann schon auf der Taimyr-Halbinsel bis zur Bering-See vollständig von der östlichen Lärche (*Larix dahurica*) abgelöst, zu der östlich vom Kolyma-Gebirge und in Flußtälern *Popu-*

lus suaveolens, die der Gattung *Salix* nahestehende *Chosenia macrolepis* und *Betula cajanderi* sowie *B. ermani* beigemischt sind.

Die nördlichste Waldinsel Ary-Maß (jakut. Ary = Insel, Maß = Wald) befindet sich am Nebenfluß Nowaja der Chatanga. TOLMATSCHEW hatte sie 1928 besucht und die nördlichste Lärche auf 72° 40' N fotografiert. Eine weitere nach Norden vorgeschobene Waldinsel Tit-Ary (Tit = Lärche) fand CAJANDER 1901 an der unteren Lena auf einer Insel 60 km oberhalb der Mündung (72° N). 1942 waren diese 300–400 Jahre alten Bäume abgeholzt, doch ist Jungwuchs aufgekommen (nach TICHOMIROV 1962).

Die lichten Gehölze der Waldtundra bestehen aus einzelnen mehrere 10 m von einander entfernten Bäumen. Auf dem Hektar findet man selten 100–150 Bäume, meist viel weniger, ihre Höhe ist nur 3–8 m. An der äußersten Baumgrenze beträgt die Entfernung zwischen den einzelnen meist krüppeligen Individuen oft über 100 m.

Der Unterwuchs besteht aus Zwergsträuchern oder Moos-Flechten-Teppichen. *Betula nana* kann über Hunderte von km den Unterwuchs bilden, oft auch *Arctous alpina* oder *Vaccinium* spp. und *Phyllodoce*, *Dryas* u. a.

Innerhalb der Waldtundra-Zone hat die Torf-



Abb. 35. Torfhügel-(Palsen-)Moore in der Samojedentundra (Foto R. POHLE). Hinter dem Mann dichtes *Betula nana*-Gebüsch (im Winter unter Schnee). Der obere im Winter apere Teil des Torfrückens ist rissig und wird zerfallen; an seinem Sockel Wasser mit *Carex* spp., *Eriophorum angustifolium*, *Menyanthes* und *Comarum*.

hügel-Tundra ihre Hauptverbreitung. Die Voraussetzung für ihre Bildung ist eine bedeutende Mächtigkeit der nicht gefrorenen Schicht im Herbst, die aus wassergesättigtem Torf bestehen muß; beides ist nur im südlichsten Teil der Tundra gegeben (über die Bildung der Torfhügel vgl. WALTER 1968, S. 504–506).

Auf der Halbinsel Kanin z. B. sind die einzelnen Hügel (russisch Bugry) 3–4 m hoch und haben einen Durchmesser von 10–15 m, oder sie bilden längliche Wälle 3–10 m lang, 1–3 m breit und 1–1,5 m hoch (Abb. 35). Diese Hügel wechseln mit ebenen Sumpfflächen ab, in denen auf breiigem Torf *Carex rariflora*, *C. rotundata* oder *Eriophorum angustifolium*, *E. russeolum* u. a. wachsen. Am Fuße der Hügel befindet sich meist ein dichter Streifen von *Betula nana*. Auf dem Torf kommen *Rubus chamaemorus* sowie Moose (*Dicranum*) vor, die z. T. abgestorben sind, auch Krustenflechten (*Ochrolechia*, *Pertusaria*) und Strauchflechten (*Cetraria*, *Cladonia*). Flächenmäßig überwiegen bald die Torfhügel, bald die Sumpfflächen. Stellenweise bilden sich kleine Wassertümpel; denn die Torfhügel werden nach Erreichen einer bestimmten Höhe durch Wind erodiert, da die im Winter über den Schnee ragenden austrocknenden Torfteile Risse erhalten. Auf den Torfresten der abgetra-

genen Hügel siedeln sich als letztes Stadium *Calamagrostis neglecta* und *C. lapponica* an, im Wasser auch *Carex aquatilis*, *Comarum palustre* und *Menyanthes trifoliata*.

Die Grenze zwischen der Waldzone und der Tundrazone ist einer dauernden Veränderung unterworfen. Sie lag während des Wärmeoptimums der Postglazialzeit weiter nördlich, wie man aus dem Vorkommen von Baumstümpfen im Torf bis 200 km nördlich von der heutigen Waldgrenze feststellen kann (vgl. Abb. 30, Sign. 14). Sie verschob sich dann weiter nach Süden. Auch in der jüngsten Vergangenheit verursachen gewisse Klimaschwankungen Verlagerungen bald nach Norden bald nach Süden. Ein Zurückweichen nach Süden ist an den vielen Baumleichen außerhalb der Baumgrenze zu erkennen, ein Vordringen dagegen an dem Baumjungwuchs in der Tundra nördlich von der Baumgrenze. Die Tendenz braucht nicht überall dieselbe zu sein. Die ökologischen Ursachen der Baumgrenze wurden bei WALTER 1968 S. 479 ff. und S. 528 behandelt. Dort findet man auch auf S. 530–550 eine Besprechung der mehr ökologisch orientierten Arbeiten von TICHOMIROV über die Tundrapflanzen und die mikroklimatischen Verhältnisse sowie über die Einwirkungen der Tiere auf die Vegetation. In allen be-

siedelten Gebieten an der Wald/Tundra-Grenze machen sich die Eingriffe des Menschen durch Holzentnahme und andere Landnutzung immer mehr bemerkbar, um so mehr als die Bäume sich hier an ihrer äußersten Existenzgrenze befinden.

NORIN (1958), der die Waldgrenze auf der Ob-Tas-Halbinsel (Kleine Jamal-Halbinsel) untersuchte, kommt zum Schluß, daß die Samenbildung der einzelnen Baumarten von besonderer Bedeutung für die Lage der Baumgrenze ist. Die Arten, die eine gute Samenproduktion in der Nähe der Baumgrenze haben oder sich leicht vegetativ vermehren, dringen weit nach Norden vor, z.B. *Larix* und *Betula*, während *Picea* mit schlechter Samenbildung in Westsibirien die Waldgrenze nicht erreicht. Es tritt eine Anpassung durch frühe Fruchtbildung ein, was zur Hemmung des vegetativen Wachstums führt, der Längen- und Breitenzuwachs ist geringer. Allerdings ist das Problem der Waldgrenze so komplex, daß man die verschiedensten Faktoren berücksichtigen muß.

4. Gebirgstundra als Höhenstufe

In der russischen Literatur wird zwischen den nördlicher gelegenen Gebirgstundren, auf die etwa 8% der Gesamtfläche entfallen, und der alpinen Stufe der südlicheren Gebirge mit Alpenmatten unterschieden (Abb. 19). Die Gebirgstundren mit sehr geringer Schneebedeckung zeichnen sich durch sehr ungünstige Temperaturverhältnisse und tief gefrorenen Boden aus. Die Böden sind torfig mit Gleibildung; eine Anhäufung von Alpenhumus fehlt. Die Winterstürme sind sehr stark, so daß die kahlen Gipfel («Golzy», «golyj» = kahl) nur mit Moosen und Flechten, sowie niederliegenden Zwergstrauch- oder Nadelhölzern bedeckt sind; man spricht deshalb von der Golezstufe. Die Niederschläge im Sommer fließen rasch ab, die Verteilung der Feuchtigkeit im Boden ist sehr ungleichmäßig, da auch der Schnee nur fleckenweise liegen bleibt. Die schneefreien Gebirgshänge unterliegen im Winter einer starken Frostverwitterung und Korrosion. Der angereicherte Gesteinsschutt bewegt sich langsam abwärts und ist nur von Flechten bedeckt. Die Feinerde wird ausgewaschen. Für die Besiedlung spielt deshalb die Beschaffenheit der Gesteine die Hauptrolle. Die Vegetation ist meist nur flecken-

weise verbreitet und weist eine unregelmäßige kleinmosaikartige Gliederung auf. Im allgemeinen findet man die Gebirgstundra auf der Nordhemisphäre auf den Gebirgen, die im Anschluß an die Tundra sich bis etwa zum 50° nördl. Br. nach Süden erstrecken. Noch weiter südlich bis nach NE-China und Korea dringt die Gebirgstundra im pazifischen Gebiet mit den schnee-armen Wintern und den regenreichen Sommermonaten vor. Im Altai tritt sie ebenfalls noch auf, aber bereits gemeinsam mit Alpenmatten und alpinen Steppen sowie einer Wüstenvegetation, je nach der Exposition (s. Teil VII, Altai). Im Ost-Sajangebirge erinnern die Verhältnisse an die des NE-Altai. Subalpine Wiesen sind vorhanden, aber alpine sind höchstens fleckenweise vertreten (KRASNOGOROV 1966).

In den europäischen Alpen und Karpaten ist die Gebirgstundra unbekannt; denn dort, wo der erste Schnee den noch nicht gefrorenen Boden zudeckt, um im Frühjahr erst bei Lufttemperaturen über 0° C abzuschmelzen, werden Gräser und Kräuter in ihrer Entwicklung begünstigt und Moose sowie Flechten sind nicht wettbewerbsfähig.

Der Gebirgstundra entsprechen in den Alpen nur die kleinen im Winter aperen windexponierten Rücken mit dem flechtenreichen *Loiseleurietum*.

Die Wald/Gebirgstundra-Grenze liegt im kontinentalen Altai bei 2300 m NN, im pazifischen Raum unter derselben Breite dagegen schon bei 1300 m NN (Sichote-Alin-Gebirge im Ussuri-Gebiet). Allerdings wird die Waldgrenze stark durch den Wind beeinflusst; sie erleidet an einzelnen kahlen Gipfeln eine starke Depression. Im Amurgebiet liegt sie z.B. bei windexponierten Gipfeln niedriger Gebirge schon bei 1000 m NN, in höheren Gebirgen dagegen erst bei 1400 m NN. Alle Baumarten gehen als niederliegende Krummholzformen in die Gebirgstundra hinein; denn ihre Samen gelangen aus der Waldstufe durch den Wind leicht in die oberen Stufen. *Abies sibirica* und *Pinus pumila*, die im Tiefland die nördliche Tundragrenze nicht erreichen, sind in der Gebirgstundra vertreten. Im Fernen Osten findet man sogar vereinzelt niederliegende Formen von *Acer ukurunduense*. Die Flora der Gebirgstundren ist im allgemeinen reicher als die der Tieflandtundra. Die Vegetation besteht aus verschiedenen Gemeinschaften: Zwergstrauchtundra, Flechten- und Flechten-Zwergstrauchtundra, krautreicher Zwerg-

strauch-Moos-Flechtentundra, Zwergstrauch-Moostundra, krautreicher Moostundra, wiesenähnlicher Tundra, sowie moos- und krautreichen Schneeboden-Gemeinschaften, die bereits zu alpinen Gemeinschaften überleiten. Der Deckungsgrad der Vegetation schwankt zwischen sehr geringer und fast geschlossener Deckung.

Die Höhenlage spielt in den Gebirgstundren eine Rolle, doch wird sie oft von lokalen Verhältnissen (Mikroklima, Schneebedeckung, Tiefgründigkeit des Bodens) überlagert. Das Krummholz besteht auf der Kola-Halbinsel aus *Betula tortuosa* mit *B. nana*, im nördlichen Ural (bei 350–700 m NN) selten aus *Betula*, meist aus *Larix sibirica*, im mittleren und südlichen Ural (bei 1600 m NN) aus *Picea obovata* zusammen mit *Betula nana* und *Salix glauca*, *S. lanata* und *S. phylicifolia*, aber auch *Alnus fruticosa*. In Mittelsibirien sind es *Larix*-Arten (im Westen *L. sibirica*, im Osten *L. dahurica*) mit *Betula nana*, bzw. *B. exilis*. Im Altai- und Sajan-Gebirge ist es *Larix sibirica* und *Pinus sibirica* mit *Betula rotundifolia* und im Sajan auch *Rhododendron aureum*. In Ostsibirien findet man *Betula midden-dorffii* mit *B. exilis*, dazu kommen außer *Pinus pumila* auch *Larix dahurica* und stellenweise *Picea*



Abb. 36. Westlicher Typus der Waldtundra in Finnland (Foto E. WALTER). Bergkuppe aus sehr saurem Granulit; unten *Betula tortuosa*-Waldgrenze mit *Empetrum hermaphroditum* und *Vaccinium vitis-idaea*, oben Fjeld = Gebirgstundra.

jezoensis, sowie *Betula ermani*. Im pazifischen Bereich bildet *Pinus pumila* eine sehr ausgeprägte Höhenstufe. Zu ihr gesellt sich *Alnus* (*Alnaster*) *kamtschatica* mit verschiedenen ostasiatischen Arten: *Rhododendron kamtschaticum*, *Salix phlebophylla*, *Phyllodoce alëutica*, *Claytonia eschscholtzii*,



Abb. 37. Nordsibirische Tundra auf der Taimyr-Halbinsel mit erodiertem Ufer des Flusses Pjasina (Foto E. A. TICHMENEVA).

Cassiope lycopodioides, *Dicentra peregrina*, *Cerastium fischerianum* u. a.

Den Gebirgstundren ähnlich sind die Fjelds in Skandinavien, allerdings unter einem sehr maritimen Klima; Frostnetzböden in typischer Ausbildung findet man in der oberen alpinen Stufe und eine Zwergstrauchtundra in der unteren (Abb. 36).

Auch die kontinentalen nordamerikanischen Gebirge in Alaska und Kanada dürften eine Gebirgstundra aufweisen. Wo diese vorkommt, kann eine der Waldtundra entsprechende Höhenstufe bei ausgeglichenem Relief vorhanden sein, d. h. keine scharfe Waldgrenze, wie wir sie an steilen Hängen in den Alpen beobachten, sondern ein Auflösen des Waldes in einzelne Baumgruppen an erhöhten Stellen des Mikroreliefs mit längerer Aperzeit und Zwergstrauchgesellschaften dazwischen in leichten Senken, in denen der Schnee länger liegen bleibt. Doch wurde auf diese Verhältnisse bisher noch zu wenig geachtet (WALTER 1971/72, S. 116).

Es folgen einige Beispiele der Gebirgstundra im Großraum VII von Westen nach Osten:

Chibiny-Gebirge auf der Kola-Halbinsel:

Die untere Grenze der Gebirgstundra zum Walde liegt hier ($67-68\frac{1}{2}^{\circ}$ N) bei 400–500 m NN; die Winter sind stürmisch, aber relativ mild; die Sommer zeichnen sich durch große Feuchtigkeit (Nebel, Nieselregen) aus, jedoch erreichen die Tagesmittel selbst in 800 m NN noch $10-11^{\circ}$ C, wenn auch Schneefall jederzeit erfolgen kann.

Die obere Waldgrenze wird durch *Betula tortuosa* gebildet (Abb. 36). In der unteren Gebirgstundra-Stufe herrscht *Betula nana* mit einer Bodenschicht aus Moosen und Flechten vor. Zu ihr gesellen sich *Salix glauca*, *Empetrum nigrum*, *Vaccinium myrtillus*, *V. uliginosum*, aber auch *Trollius europaeus*, *Geranium sylvaticum*, *Cirsium heterophyllum* u. a. An fließenden Gewässern wachsen verschiedene *Salix*-Arten.

In der oberen sehr kahlen Gebirgstundra kommen stellenweise Zwergsträucher vor (*Empetrum*, *Arctous alpina*, *Dryas octopetala*, *Vaccinium vitis-idaea*, *V. uliginosum*, *Phyllocladus coerulea*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Loiseleuria procumbens*) und sehr viele Flechten (außer 8 Cladonien und 4 Cetrarien noch *Alectoria ochroleuca*, *A. nigricans*, *Sphaerophorus globosus*, *Stereocaulon paschale*, *Solorina crocea* u. a.). Die *Cetraria*-Tundra mit *Carex hyperborea* und *Festuca supina* ist weiter verbreitet als die *Cladonia*-Tundra mit Zwergsträuchern.

Die Moostundra mit *Salix herbacea*, *S. reticulata*, *Harrimanella* (*Cassiope*) *hypnoides* und *Vaccinium myrtillus* ist seltener als im skandinavischen Gebirge. Auch die Niedermoore mit *Molinia coerulea*, *Trichophorum caespitosum*, *Carex irrigua*, *Eriophorum gracile* u. a. nehmen nur sehr kleine Flächen ein.

Floristisch ist das Gebiet durch *Calluna vulgaris* ausgezeichnet, die allen östlichen Gebirgstundren fehlt. Arten wie *Deschampsia flexuosa*, *Bartsia alpina*, *Nardus stricta*, *Harrimanella hypnoides*, *Gnaphalium norvegicum* u. a. kommen noch im N-Ural vor, fehlen jedoch den sibirischen Gebirgen.

Putorany-Gebirge:

Von den mittelsibirischen Gebirgen führen wir das Gebirge Putorany (bis 2000 m NN) an: Die Gebirgstundra ist weit verbreitet; über 700–800 m wird die Vegetation sehr spärlich; die Niederschläge von 600–700 mm und die stürmischen Winde bedingen eine Erniedrigung der Waldgrenze bis auf 200–400 m NN nördlich des 68° N und südlicher von diesem bis auf 500–600 m; weiter östlich im kontinentalen Klimagebiet liegt sie viel höher.

Die Waldgrenze wird durch *Larix sibirica* gebildet mit einem Unterwuchs aus *Alnus fruticosa* und *Betula exilis*. Auf flachen Hängen mit eluvialem feinerdigem Boden ist die Moos-Flecken-tundra sehr verbreitet, wobei nur die Hälfte der Fläche von den Moosen bedeckt wird, zwischen denen *Salix reticulata*, *S. rotundifolia*, *Potentilla emarginata*, *Carex hyperborea*, *C. macrogyna*, *Pedicularis amoena*, *Oxytropis middendorffii* u. a. wachsen. An steinigten Hängen findet man Flecken mit Zwergsträuchern, die mit ihren Wurzeln eine 10 cm dicke Humusschicht zusammenhalten. Es dominieren *Dryas punctata*, *Cassiope tetragona* und *Salix reticulata*. In höheren Lagen sind fast nur noch Flechten vorhanden (*Alectoria ochroleuca*, *Cetraria chrysantha*, *Cornicularia divergens* u. a.). Die Taimyr-Tundra zeigt Abb. 37.

Eine Besonderheit dieser Gebirgstundren ist die weite Verbreitung von fast vegetationslosen Steinschuttfleichen; denn der Schnee wird fortgeweht, so daß die Frostverwitterung sehr intensiv ist. Deswegen können hier nur die krautreichen Tundren in den Tälern beweidet werden mit *Hierochloë alpina*, *Festuca brevifolia*, *Potentilla nivea*, *Novosieversia glacialis*, *Oxytropis nigrescens*, *Artemisia trifurcata*, *Claytonia arctica* sowie Zwerg- und Spaliersträuchern.



Abb. 38. Golzy-Landschaft (= obere Stufe der Gebirgstundra) im Tscherski-Gebirge (NE-Jakutien) in 2000 m NN. Im Vordergrund Steinwüsten-Tundra (Foto V.N. PAVLOV, Univ. Moskau).

Werchojansker Gebirge:

Die ostsibirischen Gebirgstundren findet man im Werchojansker-, Tscherski- und Stanowoj-Gebirge sowie im Transbaikal- und Amurgebiet, also unter sehr kontinentalen Klimabedingungen (Abb. 38). Infolgedessen liegt die Waldgrenze sehr hoch: Im Werchojansker Gebirge bei 400 bis 500 m NN, auf der Jana-Aldan-Wasserscheide schon bei 1000 m, im nördlichen Transbaikal-Gebirge bei 1200–1300 m NN und südlicher bei 1800–2000 m, während sie östlicher unter dem Einfluß des Pazifik im Sichote-Alin auf 1200 m NN absinkt, bzw. südlicher auf 1400–1500 m. Deshalb findet man weite Flächen mit Gebirgstundra nur im Norden, während diese südlicher auf einzelne über das Mittelgebirge herausragende Gipfel beschränkt ist.

Eine Studie liegt für einen Ausläufer des Werchojansker Gebirges an der Einmündung des Wiljuj in die Lena vor (PIVNIK, 1958). Die Stufenfolge ist dort folgende: 1. Waldstufe bis

450–500 m NN, 2. Podgolez-Stufe bis 500–750 m und 3. Golez- oder Gebirgstundrastufe.

In der Waldstufe findet man von unten nach oben ein *Laricetum ledoso-vaccinosum* mit *Pinus pumila*, ein *Laricetum hylocomioso-vaccinosum* mit *Pinus pumila* und ein *Pinetum pumilae vaccinoso-cladinosum*. Es handelt sich somit schon um eine ostsibirische Höhenstufenfolge.

Die Übergangsstufe oder Podgolezstufe besteht aus einem *Pinetum pumilae purum*, d.h. aus einem dichten *Pinus pumila*-Bestand fast ohne Unterwuchs und ganz vereinzelt Lärchen; auf windexponierten Sattellagen gesellt sich *Betula middendorffii* dazu mit *Empetrum*, *Vaccinium vitis-idaea*, *V. uliginosum* und *Ledum* im Unterwuchs.

In der unteren Gebirgstundra, die hier allein vertreten ist, werden die *Pinus pumila*-Bestände lichter und die Zwergsträucher im Unterwuchs nehmen zu; es sind Bestände eines *Pinetum pumilae cassiopeto-vaccinoso-cetrariosum*.

Klimadaten aus diesem Gebirge fehlen ganz.

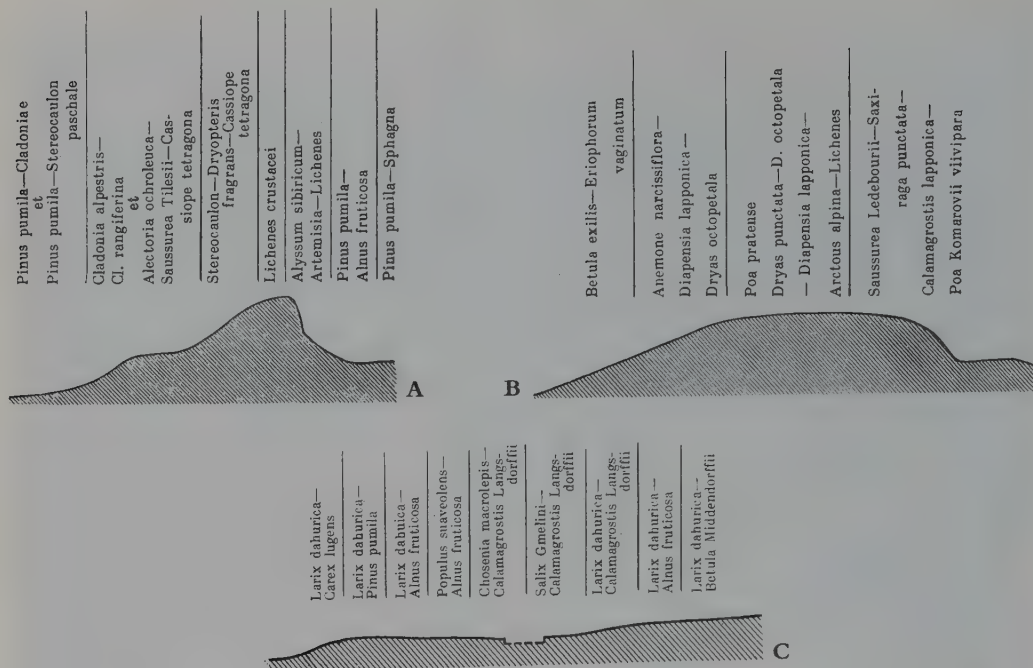


Abb. 39. Schemata der Vegetationsgliederung im Andyrgebiet (aus VASILJEV): A – an steilen Gebirgshängen, B – an flachen Hängen und C – Verteilung der Wald- und Gebüschgesellschaften in der Niederung des Anadyrgebiets mit Flußtal in der Mitte.

Die Waldgrenze wird durch *Larix dahurica* gebildet, im Sichote-Alin dagegen durch die ostasiatische *Picea jezoensis*. Darüber findet sich niederliegendes Krummholz aus *Pinus pumila*, das auch in die untere Gebirgstundrastufe hinaufgeht und dort mit *Betula middendorffii* oder mit *Betula exilis*, bzw. *Salix krylovii* abwechselt. In der Tundra treten neben allgemein arktischen schon östliche Geoelemente auf, im Sichote-Alin auch ostasiatische. Wir sind hier schon außerhalb der Grenze unseres Großraumes VII.

Anadyr-Gebirge:

Im Gebiet zwischen Beringstraße und Kamtschatka macht sich das maritime Klima thermisch wenig bemerkbar (Abb. 20. Diagramme Markowo, Anadyr). Aber die größere Feuchtigkeit bedingt eine stärkere Bewölkung und im Sommer niedrigere Temperaturen, so daß in Küstennähe schon nördlich vom 60. Breitengrade Baumwuchs fehlt, während im Inneren des Gebietes in den tiefsten Lagen des Anadyrtales eine Waldtundra mit *Larix dahurica* ausgebildet ist.

Die Gebirgslandschaft im ganzen Einzugsgebiet des Anadyrs wurde von VASILJEV (1956) untersucht. Das Gebiet liegt zwischen 62° 30' sowie 67° 30' N und wird im Norden durch das Tschukotsche Gebirge, im Westen durch das Kolyma-Gebirge und im Süden durch kleinere Gebirgsrücken begrenzt, doch sind auch Niederungen mit Seen und Mooren verbreitet. Es lassen sich mehrere Höhenstufen unterscheiden.

Im kontinentalen, vom Meere entfernten Gebiet sind zwei größere Lärchenwald-Inseln vorhanden; sonst findet man in den Flußauen Gebüsche von *Betula middendorffii*, *Alnus fruticosa* mit vielen *Salix*-Arten. Auf den höheren Wasserscheiden bildet *Pinus pumila* mit *Betula middendorffii* unpassierbare Dickichte. Im Osten wird das Gebüsch lichter und nach Norden geht es in *Alnus fruticosa*-Bestände sowie offene Tundra über. Die höchsten Erhebungen gehören zur Golez-Stufe (Gebirgstundra mit einer Flechtentundra). Die ebenen Wasserscheiden werden von einer typischen Bulten-Tundra mit *Carex lugens* und *Eriophorum vaginatum* eingenommen. Auf den Bergplateaus, insbesondere auch auf

sandigen Böden kommen zerstreut Zwergstrauchbestände mit *Cassiope*, *Phyllodoce*, *Empetrum* und Zwergweiden (*Salix berberidifolia*, *S. cuneata* u. a.) inmitten von weiten mit Flechten bedeckten Flächen vor, die an die Vegetation auf den Kurilen-Inseln und in Nord-Japan sowie an die Tundra der südlichen fernöstlichen Gebirge erinnern; sie entsprechen den nordatlantischen Heiden Europas.

Die Gliederung der Vegetation des Anadyrgebietes ergibt somit folgende große Einheiten: 1. Die *Larix dahurica*-Waldtundra; 2. die Gebüsch-tundra, die a) aus der *Pinus pumila*-Stufe und b) aus den *Alnus fruticosa*-Gebüschten besteht; 3. die offene Tundra, zu der auch die ostasiatische, heideartige Vegetation gehört.

Die Flora des Anadyr-Gebietes ist eine ostsibirische. Es kommen zwar auch amerikanisch-beringische Geoelemente vor, aber sie spielen mit Ausnahme von *Carex pribylovensis* oder *Chosenia* und *Populus suaveolens* nur eine unbedeutende Rolle.

Von der Verteilung der verschiedenen Gesellschaften geben drei Vegetationsprofile eine Vorstellung (Abb. 39). Für einige Assoziationen, die gewisse Besonderheiten aufweisen, bringen wir verkürzte Artenlisten.

a) Auf steinig, windexponierten Gipfeln der Gebirgstundra ist die *Stereocaulon-Dryopteris fragrans-Cassiope*-Ass. weit verbreitet. In einen Flechtenteppich (*Stereocaulon alpinum*, *S. paschale* mit *Alectoria* spp.) sind fleckenweise höhere Pflanzen an günstigen Mikrostandorten eingestreut. Es überwiegen *Cassiope tetragona* sowie *Vaccinium vitis-idaea*; in Gruppen steht *Dryopteris fragrans*, häufig sind auch *Festuca altaica*, *Hierochloë alpina*, *Aster alpinus*, *Melandrium soczavianum*, *Saussurea tilesii*, *Saxifraga cherlerioides*, und *Vaccinium uliginosum*; mehr vereinzelt kommen vor *Anemone narcissiflora*, *Bupleurum triradiatum*,

Dasiphora fruticosa, *Gentiana algida*, *Pedicularis lanata*, *Polygonum ellipticum*, *Potentilla uniflora*, *Saxifraga firma*, *S. redowskiana*, *Selaginella rupestris* u. a.

b) An windgeschützten Hängen wird diese Gesellschaft durch die *Cladonia alpestris-C. rangiferina*-Ass. ersetzt, in der zerstreut *Arctous alpina*, *Carex globularis*, *Empetrum nigrum*, *Ledum decumbens*, *Rhododendron aureum* u. a. stehen.

c) Auf mit Verwitterungsschutt bedeckten flachen Gipfeln findet man die *Dryas punctata-Arctous alpina*-Ass. mit viel *Cassiope tetragona*, *Salix berberidifolia*, einzelnen *Rhododendron parvifolium*, *Carex*-Arten und zahlreichen Flechten. Diese Gesellschaft gehört zur heideartigen Vegetation.

d) Polygonböden wurden im Anadyrgebiet seltener beobachtet.

e) Werden flache Hänge durch Schmelzwasser lange Zeit befeuchtet, so entwickelt sich auf ihnen eine Wiesenvegetation: Vorherrschend sind *Poa komarovii-vivipara*, *Poa nivicola*, *Calamagrostis lapponica*, *Eriophorum chamissonis*, *E. brachyantherum*; in Gruppen stehen *Trisetum spicatum*, *Carex rariflora*, *Chrysosplenium alternifolium*, *Artemisia arctica*, *Empetrum nigrum*, *Saxifraga hirculus*, *Rhododendron kamtschaticum* (auch *R. chrysanthemum*); häufiger sind *Anemone narcissiflora*, *Luzula sibirica*, *Lycopodium selago*, *Oxyria digyna*, *Parnassia kotzebuei*, *Nardosmia frigida*, *Polygonum* spp., *Ranunculus lapponicus*, *Salix polaris* u. a.; mehr vereinzelt *Campanula lasiocarpa*, *Chamaenerium latifolium*, *Claytonia acutifolia*, *C. tuberosa*, *Diapensia lapponica*, *Gentiana algida*, *G. auriculata*, *Lagotis stelleri*, *Loiseleuria procumbens*, *Pedicularis amoena*, *P. verticillata*, *P. oederi*, *Sedum elongatum*, *Thalictrum alpinum*, *Veratrum oxysepalum*, *Viola epipsila* u. a.

f) Die nur für die nordasiatischen Gebiete und Alaska charakteristische durch Frosteinwirkung verursachte Bultentundra mit *Carex lugens* und *Eriophorum vaginatum* sowie die Zwergstrauchtundra werden als verbliebener Unterwuchs früherer Lärchenwälder angesehen.

In der *Carex lugens-Eriophorum vaginatum*-Ass. sind außerdem stark vertreten *Arctous alpina*, *Betula*

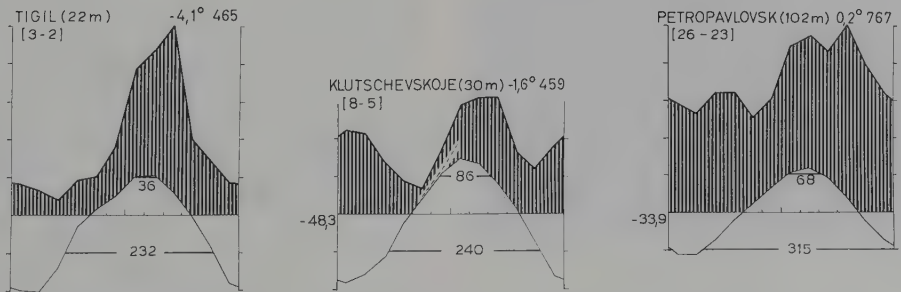


Abb. 40. Klimadiagramme von Kamtschatka: Tigil (58,5°N) an der Westküste, Klutschevskoje (56°) im Längstal und Petropavlovsk 55° an der Ostküste.



Abb. 41. Urwald aus *Betula ermani* auf Kamtschatka (Foto E. HULTEN).

exilis, *Vaccinium uliginosum*, *Salix glauca*, *Hierochloë alpina*; dazu kommen viele Flechten (*Cetraria* und *Cladonia* spp.) sowie an Moosen *Aulaconium turgidum*, *Dicranum* spp., seltener *Sphagnum*.

g) Dagegen kommt in den Tundramooren der Niederungen mit Übergangsmoorcharakter eine

Sphagnum-Decke (*S. balticum*, *S. girgensolnii*, *S. lenense*) zur Ausbildung, in der viel *Eriophorum*, *Rubus chamaemorus*, *Betula exilis*, *Vaccinium uliginosum* wachsen, aber auch *Andromeda polifolia*, *Chamaedaphne calyculata*, *Oxycoccus microcarpa* vertreten sind. Die Torfschicht kann 34 cm mächtig sein. Um Seen herum gelangen *Carex chordorrhiza* und *C. stans* zur Vorherrschaft.

h) Die Gliederung der Talvegetation mit den Flußauen, auf die wir nicht näher eingehen, geht aus der Abb. 39 C hervor.

Kamtschatka-Gebirge:

Floristisch noch stärker unterscheidet sich Kamtschatka. Diese Halbinsel, von der eine kurze Vegetationsbeschreibung in deutscher Sprache vorliegt (HULTEN 1932), besteht aus zwei parallelen Gebirgszügen, von denen vor allem der östliche von über 3000 m NN hohen Vulkankegeln gekrönt wird. Die Gebirgszüge vereinigen sich im Süden; im Tal dazwischen fließt der Kamtschatka-Strom nach Norden und mündet, ein Durchbruchstal bildend, östlich in den Pazifik. Das maritime Klima hier im Bereich der



Abb. 42. *Alnus kamtschatica*-Gebüsch in etwa 800 m NN (Foto E. HULTEN). Im Vordergrund große Blätter von *Veratrum album* s.l. und Halme von *Calamagrostis langsdorffii*.



Abb. 43. Ein von Menschen unberührtes Gebirge am Nordufer der Achomten-Bucht auf Kamtschatka vom Meeresufer bis etwa 1000 m NN ansteigend (Foto E. HULTEN). Die Aufnahme im September zeigt deutlich die Höhenstufengliederung: Unteres Drittel *Alnus*-Dickicht (dunkel) mit hellen Wiesen dazwischen; in mittlerer Höhe stehen Gruppen von *Betula ermani* mit gerundeten Kronen; über der Birken-Stufe wieder *Alnus*, aber besonders auf steinigten Kämmen *Pinus pumila*-Gebüsch (hell); näher zum Gipfel alpine Wiesen und Heiden. In den stark eingeschnittenen Bachtälern außer den weißen vegetationslosen Stellen alpine Wiesen mit *Rhododendron kamtschaticum*.

Bering-Zyklonen zeichnet sich durch gleichmäßige Temperaturen, bis zu 2 m Schnee im Winter und viel Nebel im Sommer aus (Abb. 40). Dementsprechend bestehen die Wälder bis zu einer Höhe von 300–500 m NN, ebenso wie im maritimen Lappland, aus Birken und zwar aus *Betula ermani*, die 10–15 m hoch wird (Abb. 41) mit einem Unterwuchs aus *Geranium erianthum*, *Filipendula kamtschatica*, *Cirsium kamtschaticum*, *Chamaenerium angustifolium* in der oberen Krautschicht und *Majanthemum dilatatum* sowie *Trientalis europaea* in der unteren. Darüber erstreckt sich die Stufe von *Alnus* (*Alnaster*) *kamtschatica* (aff. *fruticosa*), die ein undurchdringliches Gebüsch bildet (Abb. 42). Die Erle wird mit zunehmender Höhe immer niedriger und leitet zur Tundravegetation über. An gebirgigen Meeresküsten geht die Erle bis zum Meeresniveau herunter, wie es auf Abb. 43 zu sehen ist.

An steinigen Stellen macht sich innerhalb dieser Laubwaldstufen *Pinus pumila* breit.

Die meisten Arten gehören schon zu den Geoelementen der pazifischen Küste von Japan über die Kurilen, Kamtschatka und die Aläuten nach Alaska und British Columbien.

Zu nennen wären außer *Betula ermani* auch *Salix sachalinensis*, die 3,5 m hohe *Angelica ursina* (Abb. 44) mit anderen Arten der grasarmen Hochstaudenwiesen, wie *Filipendula kamtschatica*, *Aconitum maximum*, *Lilium medeoloides*, *Fritillaria kamtschatica*, *Lagotis glauca* (Scroph.), *Lysichitum kamtschaticense* (Arac.), *Primula cuneifolia*, *Pedicularis chamissonis* u.a. Die alpine Stufe ist nicht als typische Gebirgstundra ausgebildet; vielmehr sind die vulkanischen Böden nährstoffreich und fördern bei guter Befeuchtung in den Bachtälern die Entwicklung von Wiesen mit *Artemisia arctica*, *Solidago virgaurea*, *Carex scita*, *Viola langsdorffii*, *Trientalis europaea*, der kriechenden *Salix arctica* und in höheren Lagen *Rhododendron kamtschaticum*. An der oberen Vegetationsgrenze mit starker Solifluktion wird die Pflanzendecke lückig; sie besteht aus *Artemisia trifurcata*, *Carex lachenalii*, *Oxytropis* spp., *Polygonum viviparum* u.a. Auf trockenen exponierten Stellen trifft man Zwergsträucher (*Empetrum nigrum*, *Vaccinium uliginosum*, *V. vitis-*



idaea, *Arctous alpina*, *Loiseleuria procumbens*, *Ledum decumbens*, *Rhododendron chrysanthum*, *Phyllodoce coerulea*, *Ph. alëutica*, *Spiraea beauverdiana*), höher auch *Diapensia lapponica* var., *Lloydia serotina*, *Hierochloë alpina*, *Calamagrostis purpurascens* usw.

Über die Verbreitung von *Betula ermani* bis nach E-Sibirien und Jakutien berichtet KABANOV (1973).

Abschließend werden auf Abb. 45 einige in Ostsibirien vorkommende Tundra-Arten gezeigt.

Abb. 44. *Angelica ursina* in Talwiesen auf Kamtschatka (Foto E. HULTEN).



Abb. 45a



Abb. 45b

Abb. 45 (a-f). Einige typische Tundra-Arten: a = *Salix glauca*, b = *Papaver polare* mit Eiskristallen (trotzdem reiften die Früchte aus), c = *Artemisia borealis*, d = *Myosotis asiatica*, e = *Castilleja elegans* und f = *Polemonium boreale* (Fotos E. A. TICHMENEVA, Insel Wrangel).



Abb. 45c



Abb. 45d



Abb. 45e



Abb. 45f

Teil II

Boreale Nadelwaldzone - Taiga

I. Allgemeines über die Waldzone

Auf die Wälder entfällt etwa $\frac{1}{3}$ der Fläche des von uns zu behandelnden Großraumes ohne Zentralasien, also etwas mehr als das Doppelte der Tundren. Im europäischen Teil nahmen die natürlichen Wälder sogar die Hälfte der Fläche

ein. Die Waldzone wird im Norden durch die Tundra, im Süden durch die Steppe begrenzt und bildete ursprünglich von Westen nach Osten ein breites Band, das nur im mittleren Teil, insbesondere in Westsibirien eine gewisse Verengung erfährt. Heute sind die Wälder namentlich im stärker besiedelten europäischen Teil



• *Picea abies* (L.) KARSTEN
(incl. var. *arctica* LINDQ.)

▲ *P. obovata* LEDEB.

..... *P. orientalis* (L.) LINK

++++ *P. schrenkiana* FISCH et MEY

◆

+•+•

++++

++++

P. tianschanica RUPR.

P. morinda LINK

P. koraiensis NAKAI

P. glehnii MAST.

P. aurantiaca MAST.

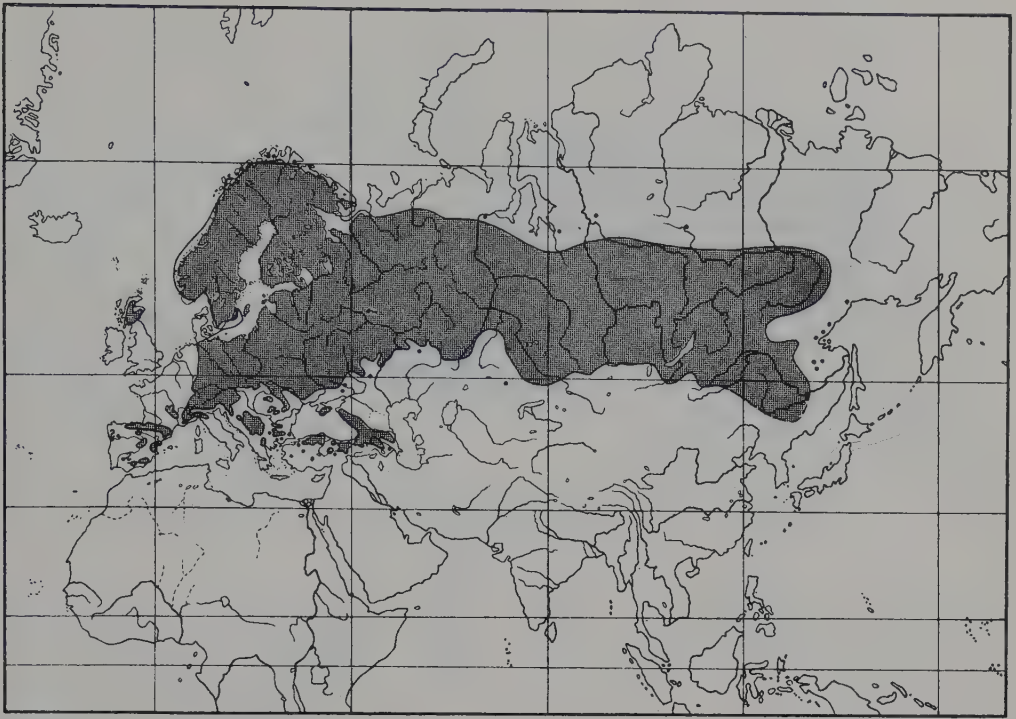
--- *P. wilsonii* MAST.

--- *P. maximowiczii* REGEL

◇ *P. morrisonicola* HAYATA

▽ *P. crassifolia* KOM.

Abb. 46. Verbreitung der eurasiatischen *Picea*-Arten (nach MEUSEL-JAEGER-WEINERT). Fein punktiert = Areal der europäischen *Picea abies* (= *excelsa*) und der ihr nahestehenden fast ganz nordasiatischen *P. obovata* (beide durch Übergangsformen verbunden). Von der mittelasiatischen *P. schrenkiana* wird neuerdings *P. asperata* in SE-Zentralasien abgetrennt. Die letzten 7 Arten sind süd- oder ostasiatische Geoelemente.



• *Pinus sylvestris* L.s.l.

Abb. 47. Areal der am weitesten verbreiteten Nadelholzart *Pinus sylvestris* (nach MEUSEL–JAEGER–WEINERT).

weitgehend gerodet und in Kulturland übergeführt. Die größten Verluste erfuhren die Wälder, an deren Zusammensetzung Breitlaubarten (vgl. Teil III und IV) beteiligt sind, weil sie auf besseren Böden und in noch ozeanisch getönten Gebieten mit klimatisch günstigeren Verhältnissen stocken.

Wälder aus kleinblättrigen Birken sind auf weiten Flächen als sekundäre Wälder an die Stelle der Nadelwälder getreten. Auf die Breitlaubwälder, vor allem mit *Quercus robur* und *Tilia cordata*, entfällt in Osteuropa nur ein sehr kleiner Teil der Waldfläche und nur in dessen südwestlichem Teil. Von den Nadelholzarten kommen für den größten Teil Osteuropas vor allem zwei Arten (*Picea abies* = *P. excelsa* und *Pinus sylvestris*) in Frage (Abb. 46 und 47); im Nordosten allerdings (westlich vom Ural) reichen die sibirischen Arten *Picea obovata*, *Pinus sibirica* (= *P. cembra* ssp. *sibirica*, Abb. 48), *Larix sibirica* (Abb. 49) und *Abies sibirica* (Abb. 50) nach Europa hinein, wobei *Picea obovata* der europäischen Form *P. abies* sehr nahe steht und

sich von ihr schwer trennen läßt. Die Zapfen sind bei *P. obovata* länglich oval und nur 4–8 cm lang, die Zapfenschuppen am Rande abgerundet, während bei der europäischen Fichte die Länge der Zapfen 16 cm erreicht und die Zapfenschuppen eine dreieckige Spitze besitzen. Die Trennung der beiden Arten ist um so schwieriger, als die Variabilität von beiden Arten groß ist, wobei sie durch Übergangsformen verbunden sind, die man als *Picea fennica*, *P. medioxima* und *P. uralensis* bezeichnet hat. Es dürfte sich um geographische Ökotypen oder Ökoline handeln.

Pinus sylvestris ist die Baumart mit der weitesten Verbreitung in Eurasien. Sie geht auf Sandböden sogar weit in die Steppenzone hinein. Auf den Sanden der Dnjepr-Mündung am Schwarzen Meer sah Verf. noch drei alte Bäume, die ein Rest eines früheren größeren Bestandes sein dürften (Abb. 124). Die Kiefer war die wichtigste Baumart, die zu Beginn der Postglazialzeit das gesamte eisfrei gewordene Gebiet besiedelte und erst nach und nach von anderen

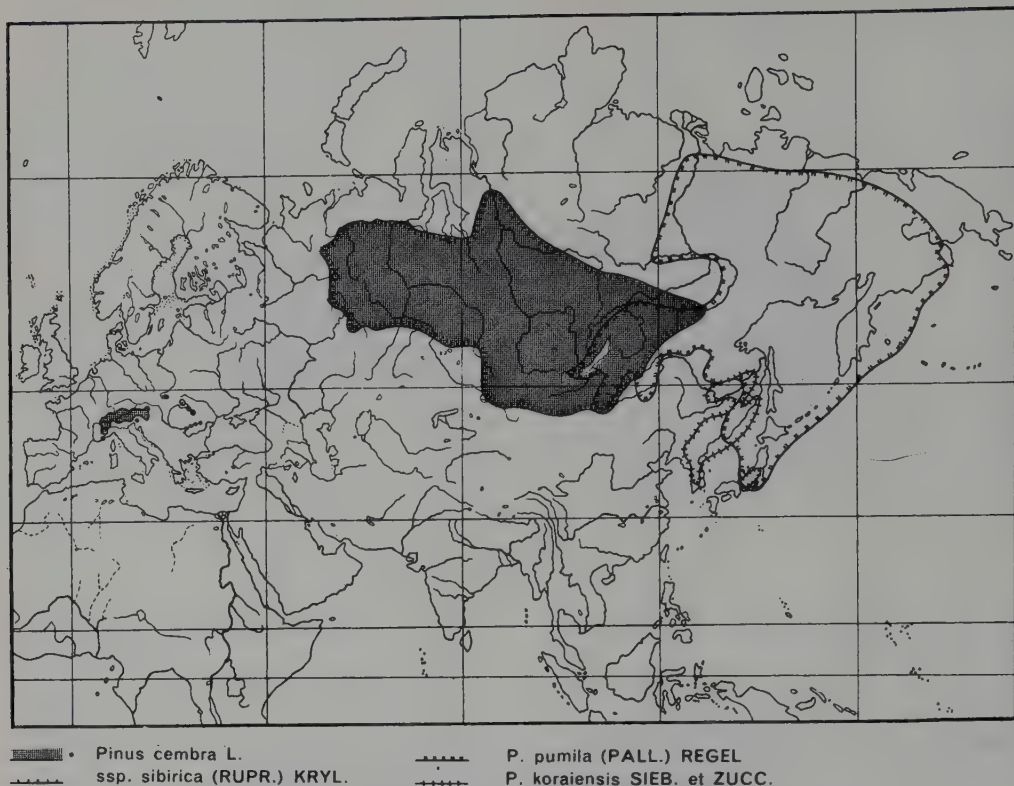


Abb. 48. Verbreitung von *Pinus cembra* s.str. in Mitteleuropa und der auch als Subspecies bezeichneten *P. sibirica* (schraffiert) sowie der ebenfalls fünfnadeligen niederliegenden *P. pumila* (nach MEUSEL-JAEGER-WEINERT). *P. koraiensis* kommt in dem Großraum VII nicht vor.

Baumarten mit größerer Konkurrenzkraft auf die ungünstigsten Böden (Sand- und Torfböden, sowie Felsstandorte) zurückgedrängt wurde. Sonst findet man sie vor allem auf früheren Waldbrandflächen.

Pinus sylvestris geht auch in Sibirien über die Lena nach Osten hinaus und reicht südlicher noch über den Amur in die Mandschurei und Mongolei hinein (Abb. 47 und 160).

In Ostsibirien wird, wie wir wissen, *Larix sibirica* durch *L. dahurica* ersetzt (Abb. 49). Die *Larix*-Wälder nehmen in der Waldzone die größte Fläche ein.

Im Kaukasus und in den mittel- und zentralasiatischen Gebirgen kommen eine Reihe anderer Fichtenarten hinzu: (*Picea orientalis*, *P. schrenkiana*, *P. tianschanica*, *P. asperata*, desgleichen auch die Tannenarten *Abies nordmanniana* und *A. semenovii*). Die östlichen Arten gehören schon zur ostasiatischen Florenregion, nur we-

nige von ihnen überschreiten noch den Amur nach Norden (SOKOLOV u. SVJASEVA 1965).

Die Nadelwälder werden als *Taiga* bezeichnet, wobei man zwischen einer *dunklen Taiga* aus schattenertragenden Nadelholzarten (*Picea*, *Abies sibirica*, *Pinus sibirica*) und der *hellen Taiga* aus lichtliebenden Arten (*Pinus sylvestris* und *Larix*-Arten) unterscheidet. Die helle Taiga kann nur dort gedeihen, wo die schattenertragenden Arten aus klimatischen oder edaphischen Gründen nicht wachsen; das ist vor allem im kontinentalen Zentral- und Ostsibirien der Fall.

Die gesamte Waldzone wird untergegliedert in:

1. die Boreale Nadelwaldzone oder Taiga,
2. das Nadel-Laub-Mischwaldgebiet im europäischen Teil und
3. die Laubwaldzone als Teil der Waldsteppe.

Diese Laubwaldzone zieht sich nördlich von der Steppenzzone bis zum südlichen Ural hin.

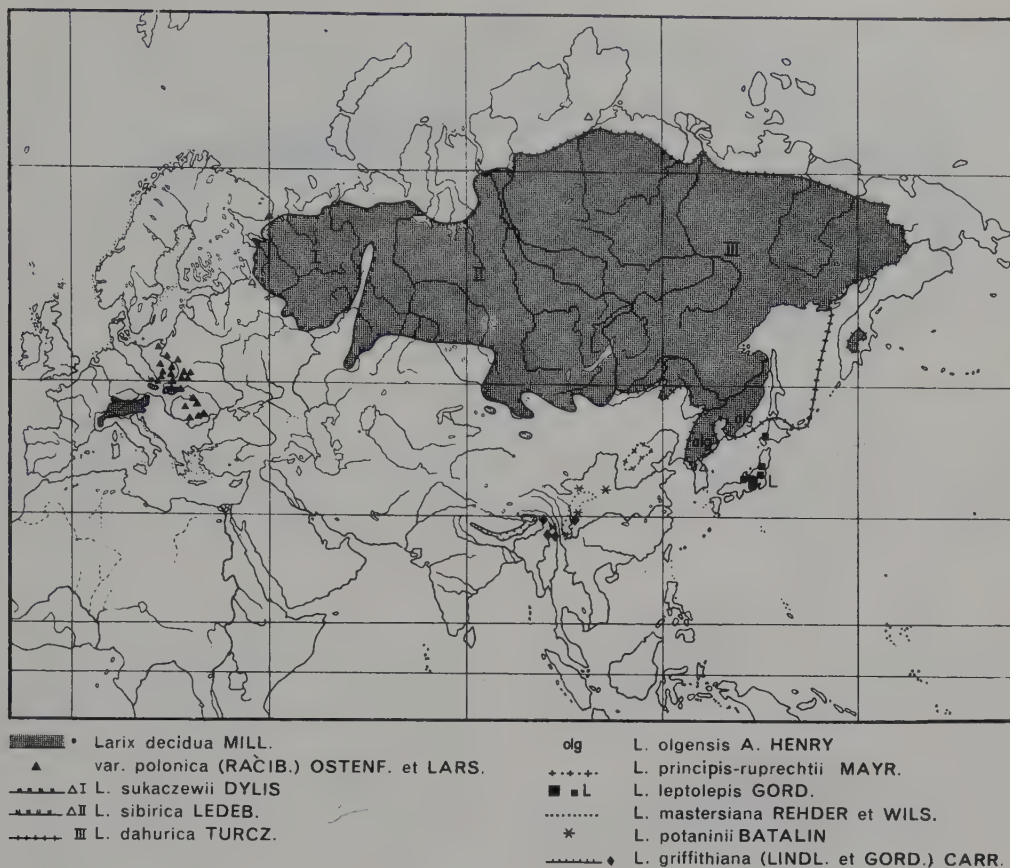


Abb. 49. Verbreitung der eurasiatischen *Larix*-Arten (nach MEUSEL-JAEGER-WEINERT). Im Großraum VII kommen *Larix sibirica* (fein punktiert I+II) und *Larix dahurica* (fein punktiert III) vor; *L. sukaczewii* (fein punktiert I) wird neuerdings von *L. sibirica* abgetrennt. Die Areale der anderen Arten liegen im ostasiatischen Großraum.

Die Laubwälder Ostasiens im Ussurgebiet liegen schon außerhalb des hier zu behandelnden Großraumes (vgl. Vegetationsmonographien Bd. VI).

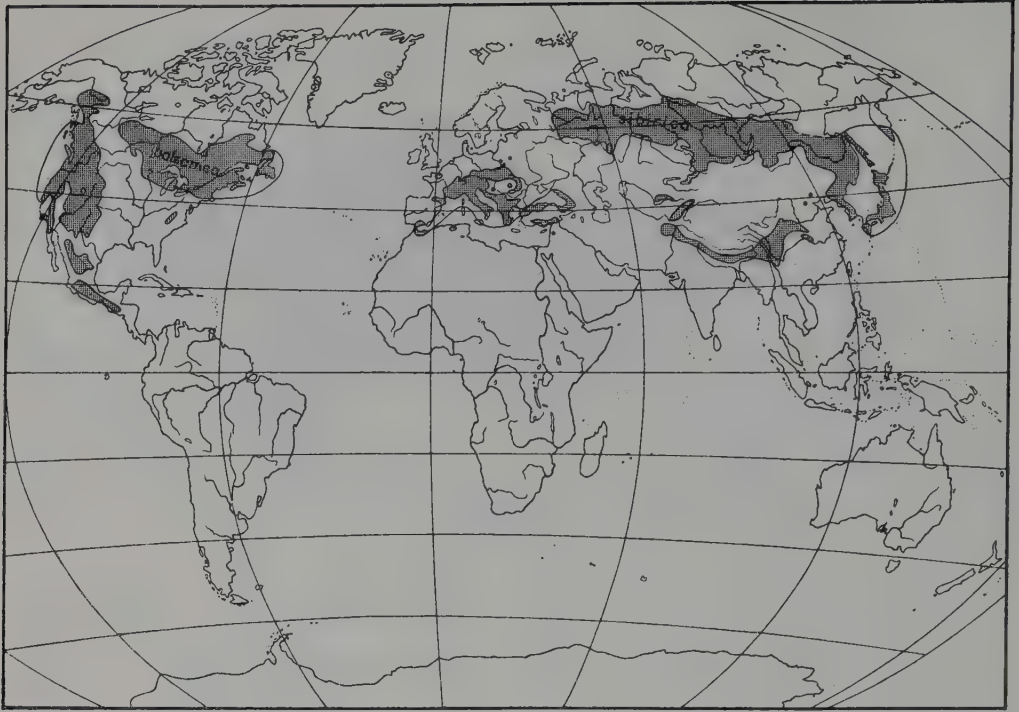
Über die Öko-Physiologie der Nadelbäume s. WALTER (1968) S. 469–491.

2. Die boreale Nadelwaldzone in Osteuropa: die dunkle Taiga der Fichtenwälder

Im europäischen Teil, den wir zunächst besprechen wollen, bilden die Fichtenwälder mit *Picea abies* im Westen und *P. obovata* im Osten die zonale Vegetation der dunklen Taiga, doch ist auch die Kiefer (*Pinus sylvestris*) auf sehr ex-

tremen Böden verbreitet, meist jedoch sekundär auf Waldbrandflächen.

Die Fichte dominiert in der Baumschicht absolut (Abb. 51). Andere Baumarten sind höchstens ganz vereinzelt und nur im südlichen Teil auf besseren Böden beigemischt, z. B. *Tilia cordata*, *Acer platanoides*, *Ulmus scabra*. Die Wasserscheiden bilden sehr weite ebene Flächen. Die Flußtäler sind in diese eingeschnitten; in ihrer Nachbarschaft auf den besser dränierten Böden findet man die typischen Wälder (Abb. 52), während mit zunehmender Entfernung vom Flußtal die Böden immer mehr vermooren, so daß der Baumwuchs schlechter wird. Die Sandböden der Hochterrassen sind oft mit Kiefernwäldern bestanden, während es sich sonst primär um Fichtenwälder handelt. Man kann diese in 7



■ * Abies MILL.

Abb. 50. Verbreitung der Gattung *Abies* (nach MEUSEL-JAEGER-WEINERT). Im behandelten Großraum kommt in der Taiga nur *Abies sibirica* vor; ihr entspricht in Nordamerika *A. balsamea*. Die westkaukasische Art ist *A. nordmanniana*, die im Tjenschan *A. semenovii*.



Abb. 51. Fichtenurwald in E-Finnland (Foto E. WALTER).



Abb. 52. Boreale Landschaft mit spitzkronigen Fichten am Lurofluv (Foto E. WALTER). Einzelne *Betula* und *Alnus incana*, vorn *Salix*-Arten, im Fluß *Potamogeton aquatilis*.

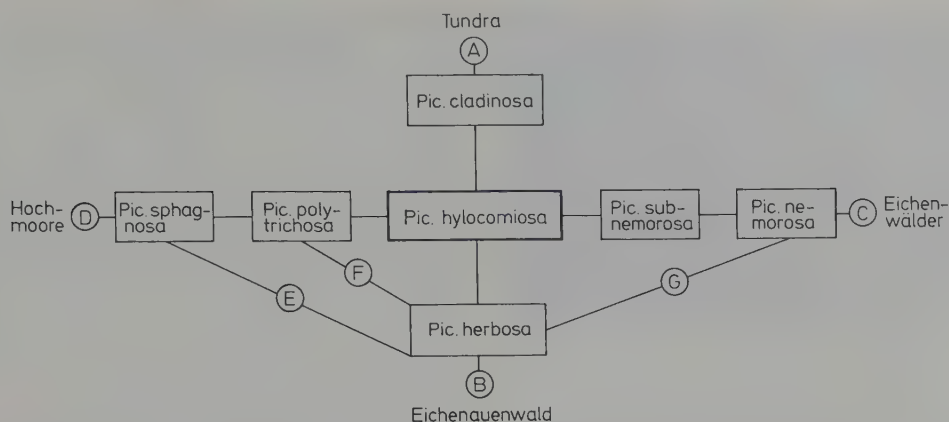


Abb. 53. Schema der ökologischen Reihen von den *Piceeta* (*Pic.*), also den Fichtenwaldgesellschaften (nach SUKATSCHEV und ALECHIN) mit den *Pic. hylocomiosa* im Zentrum und den Hauptreihen: A – zur Tundra überleitend, B – zu den Eichenauwäldern, C – zu den Eichenwäldern und D – zu den Hochmooren. E–G sind Nebenreihen mit Übergangsgesellschaften.

Assoziationsgruppen einteilen, die sich in ökologischen Reihen anordnen lassen:

Die Hauptgruppe sind die *Piceeta hylocomiosa*, Fichtenwälder mit einer geschlossenen Moosschicht (Hypnaceen). Bei zunehmender Vermoorung gehen sie über in die *Piceeta polytrichosa*, in deren Moosschicht *Polytrichum commune* vorherrscht, und schließlich in die *Piceeta sphagnosa* mit Torfmoosen (*Sphagnum*-Arten), die eine Hochmoorbildung einleiten. Zwei weitere Gruppen bilden die Fichtenwälder in Bachtälern und Schluchten auf feuchten Böden, aber mit fließendem Grundwasser und krautigem Unterwuchs, die *Piceeta herbosa*, und die Fichtenwälder an Standorten mit feuchten kalkhaltigen Böden und sehr günstigen Wachstumsbedingungen, die durch das Auftreten von Arten der Laubwälder (nemorale Arten) gekennzeichnet werden, die *Piceeta nemorosa*, wobei noch eine Übergangsgruppe als *Piceeta sub-nemorosa* unterschieden werden kann. In den nördlichsten Teilen der Zone oder in Gebirgslagen findet man außerdem Fichtenwälder auf flachgründigen trockenen Standorten mit Flechtenunterwuchs, die *Piceeta cladinoso* (Abb. 53).

Von allen diesen Assoziationsgruppen nehmen die *Piceeta hylocomiosa* eine zentrale Stellung ein. Von ihnen ausgehend kann man folgende ökologische Reihen unterscheiden:

1. Die Reihe A mit zunehmender Trockenheit und B bei größerer Befeuchtung,

2. die Reihe C mit steigendem Nährstoffreichtum der Böden,

3. die Reihe D mit fortschreitender Vermoorung.

Außer diesen Hauptreihen lassen sich noch die Nebenreihen E, F und G unterscheiden, so daß wir das auf Abb. 53 dargestellte Schema nach SUKATSCHEV und ALECHIN erhalten.

Jede dieser Assoziationsgruppen umfaßt eine Reihe von Assoziationen, von denen die wichtigsten besprochen werden sollen.

Für die *Piceeta hylocomiosa* gibt SUKATSCHEV folgende treue Arten in der borealen Zone an:

In Klammern Arten, die nach ALECHIN im Hin-



Abb. 54. *Linnæa borealis* auf einer Fichtenwaldlichtung (Foto E. WALTER).



Abb. 55. Pisavaara-Fichtenwald mit einzelnen Birken, Espen und Kiefern als Anzeichen eines früheren Waldbrandes (Foto E. WALTER). *Myrtillus*-Typus mit *Lycopodium annotinum*, *Linnaea borealis*, *Cornus suecica*, *Melampyrum sylvaticum*, *Mulgedium alpinum* u. a.

blick auf ganz Osteuropa nicht nur für Fichtenwälder typisch sind.

Treuegrad 5 (ausschließlich in diesen Wäldern)

Dryopteris phegopteris, *Lycopodium selago*, *Circaea alpina*, *Moneses (Pyrola) uniflora*, *Epipogon aphyllus*, *Calypso bulbosa*, *Galium triflorum*, *Linnaea borealis* (Abb. 54), (*Mycelis muralis*).

Treuegrad 4 (vorwiegend in diesen Wäldern)

Dryopteris linnaeana, *Majanthemum bifolium*, *Oxalis acetosella*, *Ranischia (Pyrola) secunda*, (*Hepatica triloba*), (*Anemone nemorosa*), *Stellaria frieseana*, *Trientalis europaea*, (*Melampyrum pratense* var.), *Neottianthe cucullata*, *Goodyera repens* (diese von uns mit Treue 4 statt 5 bezeichnet, weil auch in Kiefernwäldern ebenso häufig).

Treuegrad 3 (Schwerpunkte noch in diesen Wäldern)

Dryopteris spinulosa, *Lycopodium annotinum*, (*Deschampsia flexuosa*), *Milium effusum*, *Luzula pilosa*, *Paris quadrifolia*, *Convallaria majalis*, *Rubus saxatilis*, *Pyrola rotundifolia*, *P. media*, *P. minor*, *Monotropa hypopitys*, *Neottia nidus-avis*, *Platanthera bifolia*, *Corallorhiza trifida*, *Asarum europaeum*, *Actaea spicata*, *Veronica officinalis*, *Solidago virgaurea*.

In den moosreichen dunklen Fichtenwäldern fehlen annuelle Arten ganz; verbreitet sind Saprophyten sowie Arten, die sich vegetativ durch Ausläufer ausbreiten (*Trientalis*, *Circaea alpina*, *Oxalis*), und Arten mit wintergrünen Blättern (*Lycopodium*, *Luzula pilosa*, *Veronica officinalis*, *Pyrolaceae*). Die Moosdecke besteht aus *Hylocomium proliferum*, *Rhytidiadelphus triquetrus*, *Pleurozium schreberi*, *Ptilium crista-castrensis*, *Dicranum undulatum*, *D. scoparium* u. a.

Die einzelnen Assoziationen dieser Gruppe unterscheiden sich durch die in ihrer Krautschicht dominanten Arten. Dementsprechend

werden für die *Piceeta hylacomiosa* folgende angegeben: *Piceetum oxalidosum* (mit *Oxalis acetosella*), *Piceetum myrtillosum* (mit *Vaccinium myrtillus*), *Piceetum vaccinosum* (mit *Vaccinium vitis-idaea*), aber auch ein *Piceetum dryopteridosum* (farnreich) u. a. Die häufigste Assoziation mit gutem Baumwuchs auf relativ guten Böden ist das *Piceetum oxalidosum*. Es leitet über: bei größerer Feuchtigkeit zu der *Piceeta herbosa*-Gruppe und unter besseren Bodenverhältnissen zu der *Piceeta subnemorosa*-Gruppe (mit *Asperula*, *Lamium galeobdolon* und *Dryopteris*) oder weiter im Süden schon zur *Piceeta nemorosa*-Gruppe (mit *Tilia*, *Corylus* oder *Quercus*).

Das *Piceetum myrtillosum* (Abb. 55) dagegen bildet den Übergang zu den *Piceeta polytrichosa*, das *Piceetum vaccinosum*, das weniger häufig ist, zu den trockeneren Gemeinschaften, deren extreme Ausbildung die seltene *Piceeta cladiosa*-Gruppe darstellt.

Bei einer Erstreckung der borealen Nadelwaldzone oder Taiga z. T. über 15 Breitengrade lassen sich drei Unterzonen unterscheiden: 1. eine nördliche Taiga, 2. eine mittlere und 3. eine südliche; auch machen sich floristische Unterschiede jeweils in der westlichen und in der östlichen Hälfte jeder Unterzone bemerkbar.

Die *Piceeta cladiosa* kommen nur in der nördlichen Unterzone nahe der Waldtundragrenze vor, die *Piceeta nemorosa* sind dagegen am häufigsten in der südlichsten Unterzone unweit der Laubwaldzone auf guten Böden.

Aber auch innerhalb einer Assoziation z. B. des *Piceetum oxalidosum* sind *Atragene sibirica*, *Dryopteris phegopteris*, *Listera cordata*, *Lycopodium annotinum* nur in der nördlichen Unterzone z. B. im Archangelsk-Gebiet zu finden. Sie fehlen dagegen dieser Waldassoziation bei Moskau. Auch die Arten, die eine Vermoorung anzeigen, wie *Empetrum*, *Ledum*, *Rubus chamaemorus* und *Lycopodium* spp., treten in den nördlichen Unterzonen häufiger auf. Vor allen Dingen nimmt die Bonität der Wälder, also der Holzzuwachs der Bäume, nach Norden ab. Die Wälder der nördlichen Unterzonen gehören forstlich der IV. und V. Bonität an, so daß sie ertragsmäßig wertlos sind. Durch eine stärkere Entwässerung könnte ihre forstliche Qualität verbessert werden. Die Wälder der mittleren Zone werden in die IV. und III., seltener II. Bonität eingestuft und auch genutzt; auf Kahlschlägen stellt sich *Betula pubescens* und auf besseren Böden außerdem *Populus*

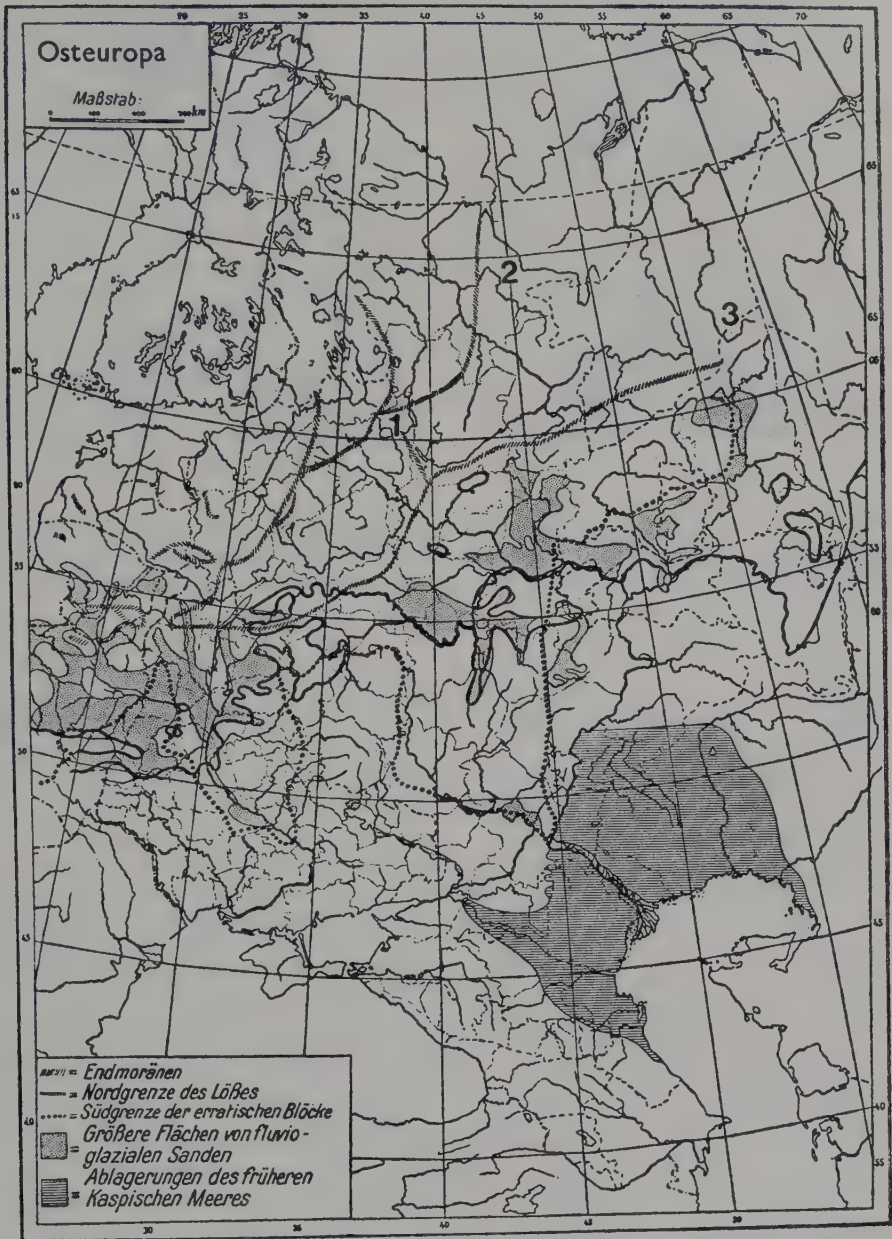


Abb. 56. Eiszeitliche und nacheiszeitliche Ablagerungen in Osteuropa (nach TANFILJEV und KARPINSKI, aus WALTER 1943). 1, 2 und 3 = Lage der Waldgebiete, die weiter unten genauer beschrieben werden.

tremula ein. Die natürliche Verjüngung erfolgt bei geeigneten Maßnahmen langsam, aber ohne besondere Schwierigkeiten. Eine Senkung des Grundwasserspiegels erhöht auch hier die Erträge.

In der südlichen Unterzone, südlich der Linie von der Narowa-Mündung im Westen bis zum mittleren Ural, liegt der Grundwasserhorizont meist tiefer (1,5–2 m). Die Wälder gehören der II.–III. Bonität an, häufig auch der I. Ihr Holz-

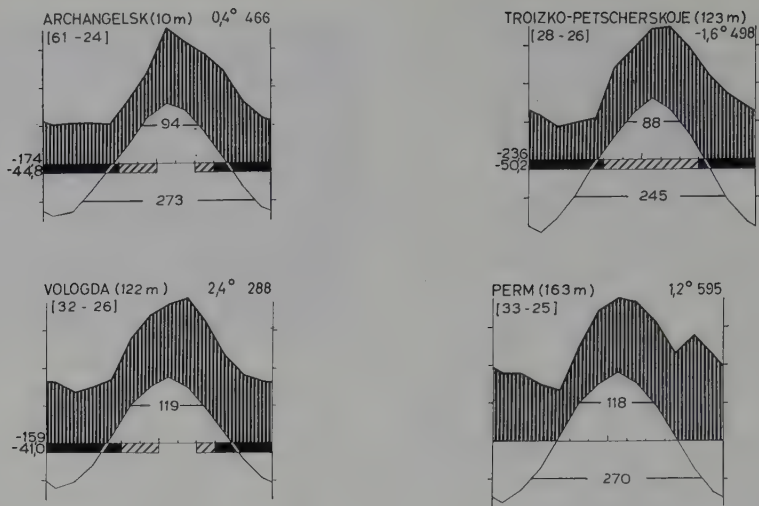


Abb. 57. Klimadiagramme von Stationen, die in der osteuropäischen Nadelwaldzone liegen. Nördliche Unterzone: Archangelsk und Troizko-Peterschskoje, mittlere Unterzone: Vologda (Vologda) und Perm mit längerer Vegetationsperiode (siehe Tagesmittel 7–10°). Die östlichen Stationen (Troizko und Perm) zeichnen sich durch kältere Winter aus.

vorrat ist wirtschaftlich von großer Bedeutung. Doch sind weite frühere Waldflächen heute in Ackerland oder in Wiesen übergeführt. Der Graswuchs verhindert oft die Verjüngung der Wälder. Im westlichen Teil wächst auf Waldlichtungen häufig *Alnus incana*. Die Waldfläche ist im letzten Jahrhundert stark zusammengeschrumpft, die Eingriffe der Menschen sind überall bemerkbar. Unter den Fichten treten in der unteren Baumschicht auf den besseren Böden Laubholzarten auf und in der Krautschicht findet man *Asperula odorata*, *Asarum europaeum*, *Lamium galeobdolon*, *Stellaria holostea*, *Pulmonaria obscura*, *Dryopteris filix-mas* u. a.

Was nun die West-Ost-Gliederung anbelangt, so muß man berücksichtigen, daß der westliche Teil Osteuropas von Eis bedeckt war und eine Moränenlandschaft darstellt (Abb. 56) mit oft kalkreichen, lehmigen Böden, während im östlichen, eisfrei gebliebenen Teil die Böden älter sind; der Artenbestand weist dort bereits viele sibirische Geoelemente auf. Es dominiert *Picea obovata* oft mit *Abies sibirica*, im Norden mit *Larix sibirica*, z. T. auch *Pinus sibirica*. In der Krautschicht fehlen viele westliche Elemente (*Lamium galeobdolon*, *Hepatica triloba*), dafür kommen sibirische vor (*Actaea erythrocarpa*, *Anemone altaica* und andere). Das Klima wird nach Osten immer kontinentaler, die Winter-

dauer und -kälte immer ausgesprochener, wie es die Klimadiagramme deutlich zeigen (Abb. 57). Die Mittelwerte der Temperatur und der Niederschläge liegen in einem so großen Gebiet weit auseinander.

Trotzdem gibt es eine Reihe von Arten, die im Großraum VII in der gesamten borealen Zone von Westen bis Osten vorkommen. Als Beispiel nennen wir: *Gymnocarpium dryopteris* (= *Dryopteris linnaeana*), *Linnaea borealis*, *Trientalis europaea*, *Vaccinium vitis-idaea* (obgleich immergrün); auch *Moneses uniflora*, *Goodyera repens*, *Circaea alpina* und *Majanthemum bifolium* gehen durch die ganze Zone durch, weichen jedoch in Ostsibirien, ebenso wie die Südgrenze des Permafrostbodens, nach Süden aus. *Majanthemum* wird an der pazifischen Küste durch das amerikanische *M. dilatatum* vertreten. *Oxalis acetosella* weist in Ostsibirien eine Unterbrechung auf; dasselbe gilt für *Ramischia secunda*, die jedoch in Ostsibirien durch *Pyrola obtusata* vertreten wird, während *Vaccinium myrtillus* nur bis Ostsibirien reicht (ostwärts immer weniger weit nach Norden gehend) und im Fernen Osten durch *V. praestans* sowie *V. ovalifolium* ersetzt wird. *Cornus suecica* bleibt auf Europa beschränkt, im Fernen Osten findet man die amerikanische Art *C. canadensis* (in Sibirien fehlen beide) – es handelt sich um Arten des maritim-borealen Klimas.

Einige Beispiele aus der Taiga-Zone Osteuropas sollen die Verhältnisse verdeutlichen:

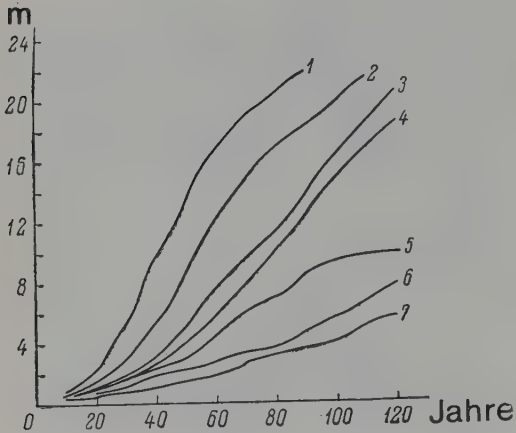


Abb. 59. Höhenwachstum der Fichte (m) in den verschiedenen Waldtypen (Mittel für Modellbäume III. Bonität): 1 = *Piceetum oxalidoso-herbosum*, 2 = *P. myrtilloso-herbosum*, 3 = *P. myrtillosum*, 4 = *P. herboso-hylocomiosum*, 5 = *P. herboso-uliginosum*, 6 = *P. caricoso-sphagnosum* und 7 = *P. sphagnosum*; Abszisse = Alter der Bäume (nach GAVRILOV und KARPOV).

Die Böden sind kalt, was die Wurzeltätigkeit hemmt. Spätfrostschäden namentlich beim Fichtenjungwuchs sind häufig, da Fröste noch Ende Mai, selbst Anfang Juni auftreten. Die Temperaturextreme liegen bei -45° und $+35^{\circ}$. In sommerlichen Trockenperioden kann die Luftfeuchtigkeit bis auf 25–30% absinken, wodurch die Gefahr von Waldbränden erhöht wird.

Eine geschlossene Schneedecke liegt von Ende November bis Ende April, also etwa 5 Monate.

Die Böden sind Podsole oder Gleit- und Torfböden bei starker Vernässung. Infolge des Kalkgehalts der Moränen kommen stellenweise günstigere Bodenverhältnisse vor, was durch das Auftreten von *Oxalis*, *Asarum* oder *Aegopodium* u. a. angezeigt wird.

Die Fichtenwälder nahmen ursprünglich 95% der Gesamtfläche ein. In letzter Zeit sind sie infolge von Kahlschlägen und Bränden z. T. zurückgedrängt worden. Die Hauptgruppe bilden die **Piceeta hylocomiosa** auf Podsolböden der besser dränierten Relieftteile. Sie erreichen meistens nur die III. und IV. Bonität. Unterschieden werden: 1. das *Piceetum myrtillosum* als Hauptassoziation, 2. das wenig verbreitete *Piceetum oxalidoso-herbosum* auf den besten, nur schwach podsolierten Böden der Moränen-Erhebungen, die mit HCl in 100 cm Tiefe aufbrausen und erst in 150–170 cm Tiefe Stauwasser aufweisen, und als Übergang zwischen beiden 3. das *Piceetum-myrtilloso-herbosum*.

Baumschicht

Die Fichte (*Picea abies*) herrscht in allen 3 Assoziationen absolut vor. Der Kronenschluß beträgt 60–70%, doch kommen Lücken vor, da die Vertei-

lung der Stämme nicht gleichmäßig ist (Abb. 58). Die mittlere Stammhöhe ist 19,5 m (17–26), der Durchmesser 18–20 cm (16–26). Der Holzvorrat in reifen Beständen (110 Jahre) beträgt 310–350 m³/ha. 120-jährige Stämme zeigen noch guten Holzzuwachs. Der Jungwuchs entwickelt sich in den Lücken; dort sterben viele 30–40-jährige oder ältere Bäume, die nur 1,5–2 m Höhe erreichten, ab, was durch Lichtmangel, aber auch Wurzelkonkurrenz der dominierenden Bäume bedingt wird.

Das Höhenwachstum von Bäumen III. Bonität in den verschiedenen Fichtenwald-Typen zeigt Abb. 59.

Strauchschicht: Deckung unter 5%

Am häufigsten vertreten ist *Rosa acicularis*, seltener *Daphne mezereum*, *Sorbus aucuparia* und *Rubus idaeus*; *Lonicera xylosteum* und *Ribes pubescens* findet man nur in den krautreichen (herbosum) Typen.

Krautschicht: Deckung bei der Assoziation 1.40%, bei 2. 55%, bei 3. 35%.

Die Dominanten sind 3 Arten, die folgende Deckung (%) aufweisen:

	1. Ass.	2. Ass.	3. Ass.
<i>Vaccinium myrtillus</i>	30	5	25
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	5	1	3
<i>Oxalis acetosella</i>	3	30	2

Außerdem kommen in allen 3 Assoziationen, aber nur mit + vor:

Linnaea borealis, *Majanthemum bifolium*, *Trientalis europaea*, *Dryopteris spinulosa*, *Gymnocarpium dryopteris*, *Thelypteris phlegopteris*, *Lycopodium annotinum*, *Equisetum sylvaticum*, *Melampyrum sylvaticum*, *Pyrola media*, *P. rotundifolia*, *Goodyera repens*, *Luzula pilosa*.

Nur in der 2. und 3. Assoziation findet man:

Ajuga reptans, *Stellaria holostea*, *Milium effusum*, *Pulmonaria obscura*, *Rubus saxatilis*, *Galium boreale*, *Aegopodium podagraria*, *Fragaria vesca*, *Melica nutans*, *Actaea spicata*, *Solidago virgaurea*, *Viola selkirkii*.

Nur für 2. sind bezeichnend:

Asperula odorata, *Asarum europaeum*, *Carex digitata*, *Orobos vernus*, *Paris quadrifolia* während nur in 3. notiert wurden: *Geum rivale* und *Aconitum excelsum*.

Moosschicht: Deckung bei 1. 65–70 %, bei 2. 10–15 %, bei 3. 75–80 %

In allen 3 Assoziationen sind vertreten:

- 5 *Hylocomium splendens* (bei der 2. Ass. nur mit 1),
- 2 *Pleurozium schreberi* (bei der 2. Ass. nur mit 1),
- 1 *Rhytidiadelphus triquetrus*, + *Mnium* spec. (bei der 2. Ass. mit 1).

Außerdem kommen mit 1 oder + in der 1. und 3. Ass., aber nicht in der 2. Ass. vor:

Dicranum scoparium, *D. rugosum*, *Polytrichum commune*, *P. strictum*, *Ptilium crista-castrensis*, *Sphagnum girgensohnii*.

Eine zweite Gruppe der Fichtenwälder sind die **Piceeta herbosa**. Sie finden sich in den quelligen Senken und längs der Bäche und Fließchen, wo der Boden gut mit kalkhaltigem Wasser durchfeuchtet wird. Die modrige Humusschicht hat einen pH-Wert von 5–6,5, während er tiefer 7,0 oder etwas mehr beträgt. Das Bodenwasser ist reich an Sauerstoff, so daß es nur in den tieferen Bodenschichten zur Gleibildung¹ kommt; doch ist infolge der starken Vernässung über einer wasserundurchlässigen Lehmschicht die Bonität nur IV.

Unterschieden werden 4 Assoziationen:

1. das *Piceetum herboso-hylocomiosum* auf torfigen Moder-Gleiböden in nassen Senken,
2. das sumpfige *Piceetum herboso-uliginosum* mit stark zersetztem torfigem Boden am Fuß von flachen quelligen Hängen,
3. das *Piceetum filipendulosum* an langsam fließenden kleinen Wasserläufen mit torfig-schlammigen vergleitenden Böden,
4. das hochstaudenreiche *Piceetum magno-herbosum* an rascher fließenden Bächen und Fließchen auf schwarzen Moderböden mit eingelagerten Schlamm- oder Sandschichten.

Der Aufbau und die Zusammensetzung dieser Wälder sind folgende:

Die Biotope zeichnen sich durch ein Mikrorrelief aus, wobei die etwas tieferen Stellen so naß sind, daß sie von den Baumwurzeln gemieden werden; die nassevertragenden Kräuter sind somit nicht der Baumwurzelkonkurrenz ausgesetzt und können sich üppig entwickeln. Man

findet in allen diesen Assoziationen viele anspruchsvolle Arten der Laubwälder und unter den Moosen hauptsächlich *Rhytidiadelphus triquetrus* und *Mnium*-Arten.

Baumschicht: Kronenschluß 70–80 %.

Sie besteht wiederum aus *Picea abies* mit etwas *Betula pubescens* und selten *Populus tremula* sowie *Salix caprea*. Die Stammhöhe beträgt im Mittel 19 m, bei großer Nässe nur 13–15 m (Bonität V), der Holzvorrat ist bis 350 m³/ha oder nur um 200 m³. Den größten Holzzuwachs haben die Bäume im Alter von 60–80 Jahren. Auf Kahlschlägen wächst neben der Birke viel Grauerle (*Alnus incana*). Der Jungwuchs ist bei starker Entwicklung der Strauch- und Krautschicht schwach ausgebildet.

Strauchschicht: Deckung 30–45 %.

Außer den bei den *Piceeta hylocomiosa* genannten Arten kommen vor:

1 *Alnus incana* und bei Assoz. 2–4 dazu noch 2 *Padus racemosa* (= *Prunus padus*), 1–2 *Frangula alnus* (= *Rhamnus frangula*), + *Ribes nigrum*, + *Salix nigricans*, + *S. aurita*, + *Tilia cordata*.

Krautschicht: Deckung 60–70 %.

Das *Piceetum herboso-hylocomiosum* entspricht floristisch weitgehend dem *P. oxalidoso-herbosum*, nur ist die Deckung von *Oxalis* halb so groß, dagegen die von *Hylocomium* viele Male größer; auch treten Nässezeiger auf wie *Geum rivale*, *Ranunculus acer*, *Cirsium heterophyllum*, *Crepis paludosa*; bei der 2.–4. Ass. außerdem noch + *Galium uliginosum*, + *Viola palustris*, 1–4 *Filipendula ulmaria*, + – 1 *Cirsium oleraceum*, 1–3 *Athyrium filix-femina*, *Aconitum excelsum*. Letzteres sowie die anderen Hochstauden sind in der 4. Ass. stark entwickelt, *Athyrium* insbesondere in der 2. und *Filipendula* sehr stark in der 3. (bis 40 % deckend).

Moosschicht: Deckung 25–65 %.

3 *Rhytidiadelphus triquetrus*, 1–2 *Hylocomium splendens*, + – 1 *Pleurozium schreberi*, + *Dicranum scoparium*, + *D. rugosum*, + *Ptilium crista-castrensis*, + *Polytrichum commune*, bei der 2. Ass. auch 2 *Mnium cuspidatum*, 2 *Rhodobryum roseum*.

Im Gegensatz zu diesen Fichtenwäldern auf mineralreichen vernäßten Böden stehen die **Piceeta sphagnosa** auf wenig zersetzten bis zu 80 cm dicken Torfablagerungen. Letztere sind aschenarm (pH = 5–6). Die Baumwurzeln breiten sich an der Oberfläche aus, der Kronenschluß ist nur 40–50 %; die Höhe der Bäume erreicht kaum 11,5 m, der Stammdurchmesser 14 cm bei einem Alter von 180–200 Jahren. Die Bonität ist V–VI, der Holzvorrat nur 80–90 m³/ha. In der Krautschicht dominiert noch *Vaccinium myrtillus*, aber es treten schon Hochmoorarten auf wie *Rubus chamaemorus*, *Eriophorum vaginatum*, *Carex limosa*, während in der

¹ Wir schreiben immer «Glei», denn es handelt sich um eine deutsche lokale Bodenbezeichnung, die von englischen Bodenkundlern als «Gley» übernommen wurde. Die englische Schreibweise im Deutschen ist wenig sinnvoll.

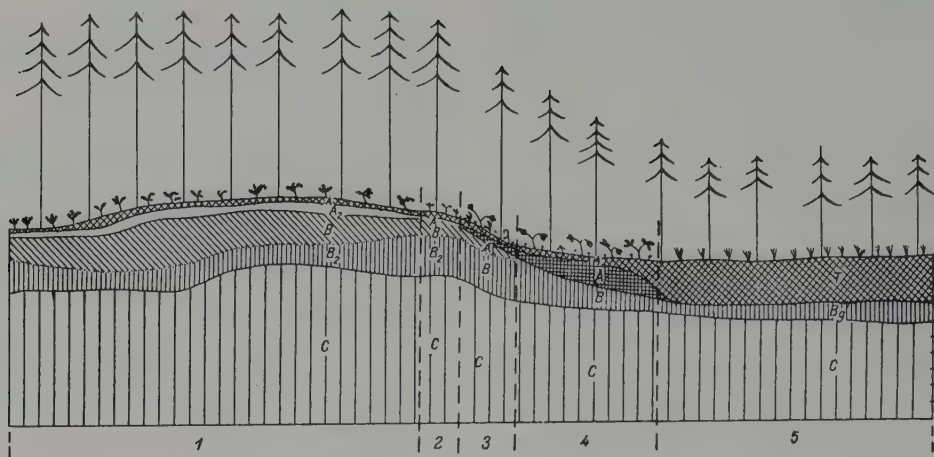


Abb. 60. Ökologisches Profil Nr. 1. Buchstaben geben die Bodenhorizonte an. 1 = *Piceetum myrtillosum* auf flachgründigem sandigem Podsol, 2 = *P. oxalidoso-herbosum* auf schwach podsoligem Lehm, 3 = *P. myrtilloso-herbosum* auf modrig-podsoligem Lehm, 4 = *P. hylocomioso-herbosum* auf torfigem Moder-Gleiboden, 5 = *P. herboso-uliginosum* auf torfig vergleitem Lehm. Mutterboden: kalkhaltiger Geschiebelehm der Moräne. Maßstab 1:100 (nach GAVRILOV und KARPOV).



Abb. 61. Ökologisches Profil Nr. 2. Mutterboden und Bodenhorizonte wie bei Abb. 60. 1 = *Piceetum myrtilloso-sphagnosum* auf torfigem, stark podsoliertem vergleitem Lehm, 2 = *P. herboso-hylocomiosum* auf torfigem dunklem moderig vergleitem Lehm, 3 = *P. herboso-uliginosum* auf Niedermoor mit stark holzhaltigem Torf, 4 = *P. sphagnosum* auf Übergangsmoor, 5 = *Pinetum cassandro-ledosum* auf Hochmoor mit Seggen-Sphagnumtorf (nach GAVRILOV und KARPOV).

Moosschicht *Sphagnum girgensohnii* mit vereinzelt anderen *Sphagnum*-Arten 50–70% Dekung erreicht.

Da diese Moorfichtenwälder flächenmäßig eine geringe Rolle spielen, verzichten wir auf die Anführung der Pflanzenlisten für die verschiedenen Assoziationen und gehen gleich zu den typischen Waldhochmooren über – den

Pineta sphagnosa mit der wichtigsten Assoziation – dem *Pinetum cassandro-ledosum*.

In den ebenen Senken zwischen den Moränenzügen kommt es bei schlechter Drainage zur Torfbildung (Mächtigkeit 0,6–3 m). Die Nährstoffarmut dieser Böden ist so groß, daß die Fichte durch die Kiefer (*Pinus sylvestris*) ersetzt wird. Auch sie wurzelt ganz oberflächlich. Der



Abb. 62. Schnitt durch das Untersuchungsgebiet (NW – SE) östlich von Archangelsk: 1 = Kalkgestein, 2 = Gips, 3 = Mergel oder Sandstein, 4 = marine oder glaziale Lehme, 5 = altalluviale oder fluvio-glaziale Sande (aus SABUROV).

Aschengehalt der durchwurzelter obersten Torfschicht ist 2,7% (pH = 2,9), die Vernässung schwankt stark. Durch das Höherwachstum der Torfmoose muß die Kiefer immer neue Wurzeln in einer höheren Mooschicht bilden. Die Entwicklung des Baumwachses ist sehr gehemmt.

100 Jahre alte Bäume sind wenig über 9 m hoch bei einem Stammdurchmesser von etwas über 11 cm und einem Holzvorrat von 100–120 m³/ha. Die Strauchschicht fehlt ganz, aber die Zwergsträucher decken 40–60%: 3 *Chamaedaphne* (= *Lyonia* = *Cassandra*) *calyculata*, 2 *Ledum palustre*, 1 *Andromeda polifolia*, 1 *Vaccinium uliginosum*, + *V. myrtillus*, + *V. vitis-idaea*, 2 *Oxycoccus quadripetalus*, 1 *Eriophorum vaginatum*, + *Carex limosa*, + *C. loliacea*, 1 *Rubus chamaemorus*, + *R. arcticus*, + *Drosera rotundifolia*, + *Majanthemum bifolium*, + *Trientalis europaea*.

In der Mooschicht decken allein die *Sphagnum*-Arten 85%: *Sphagnum magellanicum*, *S. squarrosum*, dazu *S. warnstorffii*, *S. wulfianum*, *S. russowii*; auf Bulten: 2 *Hylocomium splendens*, 2 *Pleurozium schreberi*.

Stark unterdrückter Kiefernjungwuchs ist verbreitet (im Mittel eine Jungpflanze pro m²); der Jahreshöhenzuwachs beträgt kaum 2 cm. Er leidet auch stark unter der Wurzelkonkurrenz der älteren Bäume.

Die Abhängigkeit der einzelnen Pflanzengesellschaften vom Relief und den Böden verdeutlichen Abb. 60 und 61.

Wälder der nördlichen Taiga-Zone östlich von Archangelsk (Abb. 56. s. 2):

Es handelt sich um das Gebiet am Mittellauf der Pinega (64°–65° N), von dem SABUROV (1972) eine sehr eingehende Beschreibung gibt. Das Untersuchungsgebiet umfaßt eine Fläche von 15 000 km² mit vielen unberührten Wäldern

und besitzt ein scharf gegliedertes Relief, was die Standortverhältnisse sehr kompliziert. Es stehen hier Kalke und Dolomite der oberen Karbon- und unteren Permformation an, die eine verkarstete Ebene in 150–200 m NN bilden und mit einem aus Gipsen bestehenden Steilhang zur Mesen-Niederung (40–80 m NN) mit dem Pinega-Tal abfallen. Auf der anderen Seite steigt allmählich die Dwina-Mesen-Erhebung von 80 auf 180 m an. Sie wird aus permischen Mergeln und Sandsteinen aufgebaut, ist nur leicht von Moränenablagerungen überdeckt und zeichnet sich neben Fichtenwäldern durch eine weite Verbreitung von oligotrophen Mooren



Abb. 63. *Paeonia anomala* im Auenwald der Taiga-Zone (Foto R. POHLE).

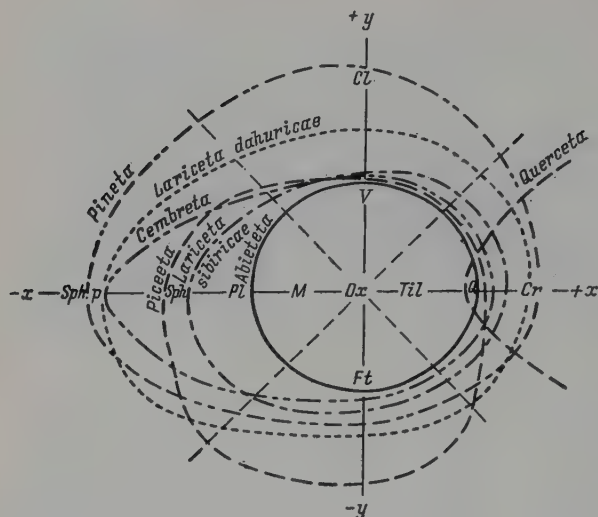


Abb. 64. Vergleichende Übersicht der Nadelwaldtypen mit verschiedener Baumschicht nach SUKATSCHEV: Ox = oxalidosum, M = myrtillosum, Pl = polytrichosum, Til = tilosum, Q = quercetosum, Sph = sphagnosum, V = vaccinosum, Cl = cladinosum, Ft = fontinalis (an Bächen und Quellen), Sph.p = Sphagneta pinosa, Cr = calcarea et cretacea (auf Kalkgestein und Kreide).

in den tiefer liegenden Teilen aus. Die Böden der Niederung sind sandig und deshalb mit Kiefernwäldern bestanden (Abb. 62).

Für die Flora in diesem Gebiet sind arktisch-alpine Glazialrelikte typisch (*Dryas octopetala*, *D. punctata*, *Arctous alpina*, *Salix reticulata* u.a.), aber auf den Felsstandorten auch uralo-sibirische Arten (*Leucanthemum sibiricum*, *Hedysarum alpinum*, *Astragalus frigidus*, *Gypsophila uralensis*, *Anemone sylvestris*). Relikte der postglazialen Wärmezeit, als Pollen von Eichen zur Ablagerung kamen, dürften *Aegopodium*, *Pulmonaria*, *Paris*, *Pteridium*, *Stellaria nemorum*, *Pulsatilla patens*, *Thalictrum minus*, *Actaea erythrocarpa*, *Paeonia anomala* (Abb. 63) u.a. sein.

Die sehr lichten Lärchen- und Kiefernwälder auf Gipsschutthängen stammen vielleicht noch aus dem frühen Postglazial.

Der Bearbeiter dieses Gebiets SABUROV versuchte eine Synthese einerseits der Methoden der russischen Schule für die Waldgliederung nach den Dominanten der Baumschicht und andererseits nach Bio-Ökogruppen des Unterwuchses der westeuropäischen Schule durchzuführen. Auf Grund von 800 Bestandesaufnahmen und ihrer tabellarischen Bearbeitung werden etwa 30 Bio-Ökogruppen unterschieden und zur Kennzeichnung von Waldserien benutzt. Wir wollen sie als Ökozönotypen (ÖZT) bezeichnen.

Beide Klassifikationssysteme werden in folgender Tabelle einander gegenübergestellt (horizontal – nach ÖZT des Unterwuchses, vertikal –

nach den Dominanten der Baumschicht), s. Tabelle 5, S. 67.

Es ist in der borealen Zone Eurasiens sehr auffallend, daß man unter verschiedenen Baumschichten fast denselben Unterwuchs findet, wie z.B. bei dem *Piceetum vaccinosum*, *Pinetum vaccinosum*, *Laricetum vaccinosum* oder bei den *myrtillosum*-Typen dieser drei Baumarten (Abb. 64). Das ist jedoch ein deutliches Zeichen dafür, daß der Unterwuchs nicht genügend den Standort in bezug auf die Baumschicht charakterisiert, sondern nur die Verhältnisse in der von ihm durchwurzelten oberen Bodenschicht und das Mikroklima direkt über dem Boden anzeigt. Wenn z.B. im *vaccinosum*-Typus die Fichte vorherrscht, so ist es bei vom Menschen und Feuer unbeeinflussten Wäldern ein Zeichen, daß der Standort feuchter ist, als beim Vorherrschen der Kiefer. Meist handelt es sich um einen Sandboden, der von Lehm in geringer Tiefe unterlagert wird; bei Kiefernwäldern ist die Sandschicht mächtiger. Die Lärche, die im Pinega-Gebiet wächst, unterscheidet sich von der typischen *Larix sibirica* und wird als *L. sukaczewii* bezeichnet. Sie ist an gut drainierte Böden über Karbonatgestein des Karstgebietes gebunden und mit sibirischen Reliktarten vergesellschaftet.

Da die Ökologie der Waldgesellschaften durch die Baumschicht bestimmt wird, diese auch allein forstlich von Bedeutung ist, behält SABUROV die Klassifikation der Pflanzengesellschaften nach der Baumschicht bei. Die Bearbeitung der Tabellen ist ein gutes Hilfsmittel,

um das öko-zönologische Verhalten der einzelnen Arten genauer zu erfassen und den Aufbau der jeweiligen Gesellschaften zu verdeutlichen.

Die Hauptaufgabe der Vegetationserforschung bleibt, sich im Gelände eine allgemeine Übersicht über die Gliederung der Pflanzendecke des zu untersuchenden Gebietes zu verschaffen und

ausführlich auf die Bodenverhältnisse und die Bedeutung des Reliefs, der Exposition usw. einzugehen. Sehr anschaulich sind in dieser Beziehung die vielen, z.T. in Blockdiagrammen dargestellten Vegetationsprofile in der Arbeit von SABUROV (Abb. 65–69).

Für die Wiedergabe der einzelnen Gesell-

Tab. 5: Vegetationseinheiten der Wälder im Pinega-Gebiet (nach SABUROV).

System nach Ökozönotypen		System nach dominanten Arten		
Cyclus	Serie	Classes formationum		
		Atriaciculisilvae	Lucidiaciculisilvae	
			Formatio	
		Piceeta obovati	Pineta sylvatici	Lariceta sibirici
Silva cladinosa	Cladonia	–	Pinetum cladinosum	–
Silva fruticuloso-hylocomiosa	Vaccinium	Piceetum vacciniosum	Pinetum vacciniosum	Laricetum atragenoso-vacciniosum
	Myrtillus	Piceetum myrtillosum	Pinetum myrtillosum*	Laricetum atragenoso-myrtillosum
		Piceetum trientaloso-myrtillosum	Pinetum trientaloso-myrtillosum*	Laricetum myrtillosum*
				Laricetum trientaloso-myrtillosum*
Silva herboso-fruticulosa	Geranium	Piceetum gymnocarposum	–	Laricetum geraniosum
Silva herbosa	Aconitum Filipendula	Piceetum aconitosum	–	–
		Piceetum filipendulosum	–	–
		Piceetum calamagrostidosum	–	–
	Menyanthes	Piceetum equisetosocaricosum	–	–
		Piceetum menyanthosum	–	–
	Equisetum	Piceetum gymnocarposo-equisetosum	–	–
		Piceetum equisetosum	–	–
Silva fruticuloso-sphagnosa	Polytrichum	Piceetum hylocomiosopolytrichosum	–	–
		Piceetum myrtilloso-empetrosom	Pinetum myrtilloso-empetrosom*	–
	Ledum	Piceetum ledosum	Pinetum ledosum	–
		Piceetum uliginosum	–	–
Silva sphagnosa	Sphagnum	Piceetum sphagnosum	Pinetum sphagnosum	–
		–	Pinetum caricoso-sphagnosum	–

* Forstlich wichtige Gesellschaften.

schaften wurden die Florenlisten von vielen Bestandesaufnahmen (bis 68) der einzelnen Gesellschaften gemittelt.

Folgende Bio-Ökogruppen oder Ökozönotypen (ÖZT) wurden aufgestellt:

1. *Calluna vulgaris* – *Antennaria dioica* – ÖZT mit *Lycopodium anceps*, *Equisetum hiemale*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Carex ericetorum*, *Hieracium* sp., *Festuca ovina*, *Calamagrostis epigeios*.
2. *Pulsatilla patens* – ÖZT mit *Thymus serpyllum*, *Astragalus danicus*, *Dianthus deltoides*, *Pteridium aquilinum*.
3. *Atragene sibirica* – *Cypripedium calceolus* – ÖZT mit *Hedysarum alpinum*, *Anemone sylvestris*, *Astragalus frigidus*, *Leucanthemum sibiricum*, *Crepis sibirica*.
4. *Aegopodium podagraria* – *Paris quadrifolia* – ÖZT mit *Stellaria nemorum*, *Thelypteris phegopteris*, *Actaea erythrocarpa*, *Pulmonaria obscura*, *Viola mirabilis*, *Adoxa moschatellina*.
5. *Delphinium elatum* – *Thalictrum minus* – ÖZT mit *Mulgedium sibiricum*, *Ligularia sibirica*, *Cacalia hastata*, *Paeonia anomala*.
6. *Aconitum excelsum* – *Cirsium heterophyllum* – ÖZT mit *Angelica sylvestris*, *Milium effusum*, *Dryopteris spinulosa*, *Athyrium filix-femina*, *Heracleum sibiricum*, *Cirsium oleraceum*, *Valeriana officinalis*, *Polemonium coeruleum*, *Thalictrum simplex*.
7. *Filipendula ulmaria* – ÖZT mit *Calamagrostis langsdorffii*, *Carex acuta*.
8. *Equisetum sylvaticum* – *Trollius europaeus* – ÖZT mit *Equisetum pratense*, *Carex caespitosa*, *Geum rivale*, *Ranunculus repens*, *Viola palustris*, *Parnassia palustris*, *Carex vaginata*, *Myosotis palustris*, *Carex inflata*, *C. nigra*, *Polygonum bistorta*, *Galium palustre*, *Juncus filiformis*, *Rumex acetosa*, *Poa palustris*, *Cirsium palustre*, *Veronica longifolia*, *Naumburgia (Lysimachia) thyrsiflora*, *Stellaria palustris*, *Orchis maculata*, *Epilobium palustre*, *Corallorhiza trifida*.
9. *Phragmites communis* – ÖZT mit *Scirpus sylvaticus*, *Conium maculatum*.
10. *Equisetum palustre* – *Menyanthes trifoliata* – ÖZT mit *Equisetum heleocharis*, *Comarum palustre*, *Caltha palustris*, *Calla palustris*, *Alisma plantago-aquatica*.
11. *Vaccinium uliginosum* – *Ledum palustre* – ÖZT mit *Empetrum nigrum*, *Carex globularis*.
12. *Chamaedaphne calyculata* – *Rubus chamaemorus* – ÖZT mit *Oxycoccus quadripetalus*, *Andromeda polifolia*.
13. *Carex limosa* – *Eriophorum vaginatum* – ÖZT mit *Carex pauciflora*, *C. irrigua*, *C. chordorrhiza*.
14. *Vaccinium myrtillus* – *V. vitis-idaea* – ÖZT mit *Linnaea borealis*, *Ramischia secunda*, *Lycopodium annotinum*, *L. clavatum*, *Goodyera repens*, *Pyrola minor*, *P. rotundifolia*, *Moneses uniflora*, *Chamaepericlymenum (Cornus) suecicum*.

15. *Trientalis europaea* – *Majanthemum bifolium* – ÖZT mit *Gymnocarpium dryopteris*, *Rubus saxatilis*, *Oxalis acetosella*, *Rubus humulifolius*, *R. arcticus*.
16. *Geranium sylvaticum* – *Orobis vernus* – ÖZT mit *Galium boreale*, *Crepis paludosa*, *Vicia sylvatica*, *Ranunculus borealis*, *Galium rubioides*, *Melica nutans*, *Poa nemoralis*, *Viola epipsila*, *Fragaria vesca*.
17. *Chamaenerium angustifolium* – *Deschampsia flexuosa* – ÖZT mit *Solidago virgaurea*, *Melampyrum sylvaticum*, *Luzula pilosa*, *Calamagrostis* sp. (diese Gruppe ist weniger kennzeichnend; sie fehlt nur den oligotrophen Moorwäldern).
18. *Arctous alpina* – *Cortusa matthioli* – ÖZT mit *Equisetum scirpoides*, *Gymnocarpium robertianum*, *Selaginella selaginoides*, *Cystopteris montana*, *Poa alpina*, *Salix reticulata*, *Cystopteris fragilis*, *Saussurea alpina*, *Scorzonera austriaca*, *Epipactis rubiginosa*, *Gymnadenia conopsea* (bei dieser Gruppe handelt es sich um Reliktpflanzen, die vor allem in den lichten Lärchenwäldern auf Gips erhalten blieben).

Auch für die Bodenschicht werden bestimmte Bio-Ökogruppen genannt. Es sind folgende:

- A) *Cladonia sylvatica* – *C. rangiferina* – ÖZT mit *C. alpestris*, *C. uncialis*, *Cetraria islandica*, *Stereocaulon paschale*.
- B) *Cladonia cornuta* – ÖZT mit *C. coccifera*, *C. gracilis*, *C. deformis*, *C. crispata*, *Polytrichum juniperinum*, *P. piliferum*.
- C) *Thuidium abietinum* – *Dicranum fragilifolium* – ÖZT mit *Dicranum bergeri*, *D. congestum*, *Grimmia* sp.
- D) *Hylocomium splendens* – *Pleurozium schreberi* – ÖZT mit *Dicranum polysetum*, *D. majus*, *D. scoparium*, *Ptilium crista-castrensis*, *Peltigera aphthosa*.
- E) *Rhytidiadelphus triquetrus* – *Mnium rugosum* – ÖZT mit *Brachythecium curtum*, *Mnium undulatum*, *Rhodobryum roseum*, *Climacium dendroides*, *Lophozia* sp.
- F) *Sphagnum squarrosum* – *S. teres* – ÖZT mit *S. subsecundum* (Eutrophe Moore).
- G) *Drepanocladus uncinatus* – *Mnium punctatum* – ÖZT mit *Calliergon giganteum*, *C. cordifolium*, *Calliergonella cuspidata*, *Drepanocladus squarrosus*, *Plagiochila asplenoides*, *Cirriphyllum* sp.
- H) *Sphagnum warnstorfi* – *S. robustum* – ÖZT mit *S. acutifolium*, *Aulacomnium palustre*.
- I) *Polytrichum commune* – *Sphagnum girgensohnii* – ÖZT mit *Sphagnum apiculatum*.
- K) *Sphagnum magellanicum* – *S. fuscum* – ÖZT mit *S. angustifolium*, *S. dusentii*, *S. balticum* (oligotrophe Hochmoore).

SABUROV betont, daß diese Ökozönotypen nur für das untersuchte Gebiet gelten und das ist der Hauptnachteil dieser Methode. Selbst in der borealen Zone werden unter anderen klimati-

schen Bedingungen Umgruppierungen stattfinden. Man darf nicht der Versuchung verfallen, diese Typen in Sibirien oder in den anderen borealen Unterzonen anzuwenden. Soweit Arten genannt werden, die auch in Mitteleuropa vorkommen, sind einige Kombinationen ganz ungewohnt, während andere, wie z.B. der *Calluna*-ÖZT oder der *Vaccinium myrtillus*-ÖZT, durchaus Gültigkeit haben (z.B. für die Fichtenwälder der Alpen).

Wir gehen nun zu den Waldgesellschaften über:

Die Baumarten im Pinega-Gebiet sind: Lärche (*Larix sukaczewii*), Kiefer (*Pinus sylvestris*), Fichte (*Picea obovata*), Birke (*Betula pubescens*) und Espe (*Populus tremula*).

In der Strauchschicht werden unterschieden:

- a) Der verbreitete *Juniperus communis* – *Rosa acicularis* – ÖZT mit *Sorbus aucuparia*, *Salix caprea*, *S. phylicifolia*,
- b) der mit Ausnahme der Moor-Wälder und der trockenen Sandböden ebenfalls verbreitete *Lonicera xylosteum* – ÖTZ mit *Daphne mezereum* und *Ribes hispidulum*,
- c) der nur in 6 Gesellschaften vorkommende *Spiraea media* – ÖZT mit *Cotoneaster melanocarpa*, *Salix arbuscula*, *S. hastata* und *Betula humilis*,
- d) der für die mineralreichen nassen Wälder bezeichnende *Alnus incana* – ÖZT mit *Padus racemosa*, *Rosa cinnamomea*, *Rubus idaeus*, *Ribes nigrum*, *Salix pentandra*,
- e) der auf Moorwälder beschränkte *Salix lapponum* – *Betula nana* – ÖZT mit *Salix myrtilloides*.

Die folgenden 24 Waldgesellschaften werden durch die Ökozönotypen charakterisiert, die wir durch die entsprechenden Zahlen oder Buchstaben bezeichnen.

- I Pinetum cladinosum: I + 2 + A + B + D
- II Pinetum vacciniosum: I + 2 + 14 + A + B + D
- III Laricetum atragenoso-vacciniosum: wie II + 3 + C
- IV Piceetum vacciniosum: wie II
- V Piceetum myrtillosum: 14 + D
- VI Piceetum trientaloso-myrtillosum: 14 + 15 + D

- VII Laricetum atragenoso-myrtillosum: 3 + 14 + D
- VIII Laricetum geraniosum: 3 + 4 + 5 + 6 + 8 + 14 + D + E
- IX Piceetum gymnocarpusum: wie VIII (mehr *Gymnocarpium*)
- X Piceetum aconitosum: 4 + 5 + 6 + 8 + E + F + G
- XI Piceetum filipendulosum: 7 + 8 + F + G + H + I
- XII Piceetum calamagrostidosum: wie XI (viel *Calamagrostis langsdorffii*)
- XIII Piceetum equisetoso-caricosum: 8 + 9 + 10 + F + G + H + I
- XIV Piceetum menyanthosum: wie XIII (aber viel *Menyanthes*)
- XV Piceetum gymnocarposo-equisetosum: 8 + 11 + 15 + D + F + G + H + I
- XVI Piceetum equisetosum: 8 (viel *Equisetum*) + 11 + 14 + D + H + I
- XVII Piceetum hylacomioso-polytrichosum: 11 + 14 + D + I
- XVIII Piceetum myrtilloso-empetrosum: wie XVII (viel *Empetrum*)
- XIX Piceetum ledosum: 11 + (12) + (13) + D + H + I + K
- XX Piceetum uliginoso-sphagnosum: wie XIX (weniger *Ledum*)
- XXI Pinetum ledosum: wie XX (aber Kiefern und viel *Ledum*)
- XXII Piceetum sphagnosum: 12 + 13 + H + I + K
- XXIII Pinetum sphagnosum: wie XXII (aber Kiefern, K stark vertreten)
- XXIV Pinetum caricoso-sphagnosum: wie XXIII (viel *Carex limosa*)

Eine Reihe von Gesellschaften, VIII und IX oder XIII und XIV u.a., unterscheiden sich nur durch stärkeres Dominieren einer Art des Unterwuchses; bei II und IV oder XIX und XXI, sowie XXII und XXIII ist nur die Baumschicht verschieden. Damit ist stark vereinfacht der Inhalt der großen Tabelle in der Originalarbeit wiedergegeben. Ob sich diese Darstellungsart durch Ökozönotypen bewähren wird, muß die Zukunft zeigen. Uns scheint die eingehende Beschreibung von typischen, konkreten Beständen mit gleichzeitiger Berücksichtigung der Biotope und der Übergangsgesellschaften ein anschaulicheres Bild von der Pflanzendecke zu vermitteln. Allerdings ergänzt SABUROV seine Ausführungen, wie bereits erwähnt, durch eine Reihe von Vegetationsprofilen (Abb. 65–69), aus denen die landschaftliche Gliederung des Gebietes sehr klar hervorgeht:

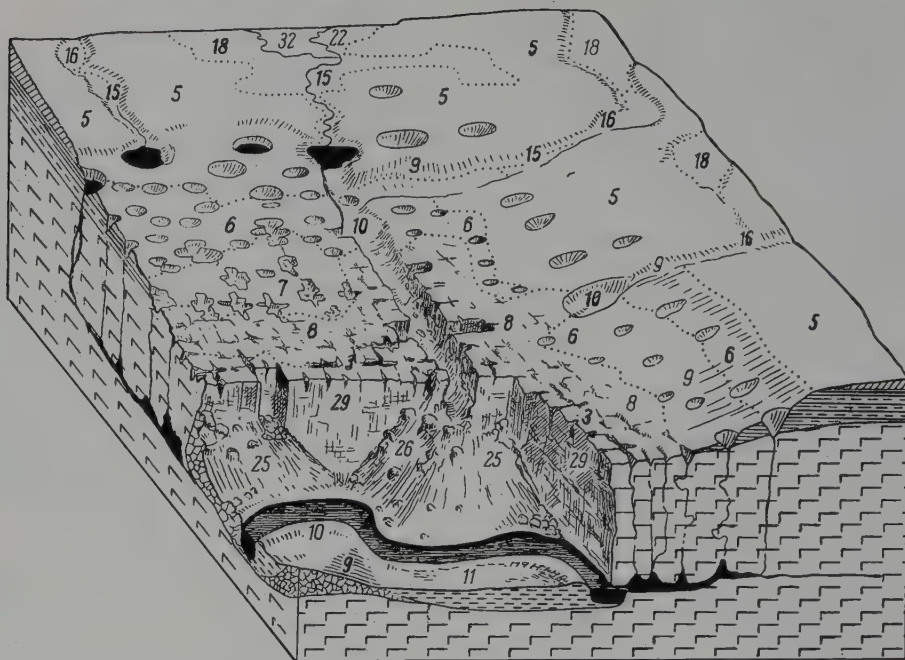


Abb. 65. Block-Diagramm des Gips-Steilabfalls mit dem verkarsteten Plateau: 3 = *Laricetum atrageno-vaccinosum*, 5 = *Piceetum myrtillosum*, 6 = *Piceetum trientalo-myrttillosum*, 7 = *Laricetum atrageno-myrttillosum*, 8 = *Laricetum geraniosum*, 9 = *Piceetum gymnocarpusum*, 10 = *Piceetum aconitosum*, 11 = *Piceetum filipendulosum*, 15 = *Piceetum gymnocarpo-equisetosum*, 16 = *Piceetum equisetosum*, 18 = *Piceetum myrttillo-empetrosum*, 22 = *Piceetum sphagnosum*; offene Bestände von *Larix*: 25 = mit *Arctous alpina* + *Hylocomium*, 26 = mit *Dryas* + Lichenes, 29 = mit *Arctous* + *Dryas*; 32 = Hochmoore (aus SABUROV, ebenso Abb. 66–69).

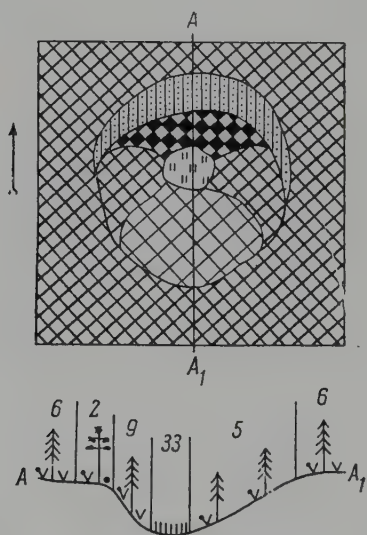


Abb. 66. Vegetationsgliederung in einem konischen Einbruchstrichter (Doline). 2 = *Pinetum vaccinosum*; 5, 6 und 9 wie in Abb. 65, 33 = Wiesen. Der Pfeil zeigt nach Norden.

Abb. 65 zeigt den Steilabfall der Gipsschichten und die Dolinen auf dem verkarsteten Plateau sowie die Verteilung der Waldgesellschaften. Die Vegetationsgliederung in einer solchen Doline geht aus Abb. 66 hervor, die am Gips-Steilhang aus Abb. 67. Die Vegetation auf den Anhöhen und in den Flußtälen mit ihren Terrassen ist auf Abb. 68 und 69 dargestellt.

Auf Abb. 70 sieht man einen Lärchenwald auf dem fruchtbaren Schwemmland der Pinega noch vor der vollen Belaubung zur Blütezeit der *Carex digitata* und der Orchidee *Calypso borealis* in der Mooschicht des Waldes.

Wälder des Petschora-Ylytsch-Naturschutzgebiets im westlichen Vorural (Abb. 56, s. 3):

Für dieses Gebiet liegt eine sehr ausführliche Bearbeitung von KORTSCHAGIN (1940) vor. In diesem östlichsten Teil der europäischen Taiga, in dem schon sibirische Nadelhölzer vorkom-

Abb. 67. Schematisches Vegetationsprofil im Pinega-Tal (Gips überlagert von kalkfreiem Lehm). 5, 6, 7 und 25 wie bei Abb. 65; 28 = einzelne *Larix* + *Dryas* + Lichenes.

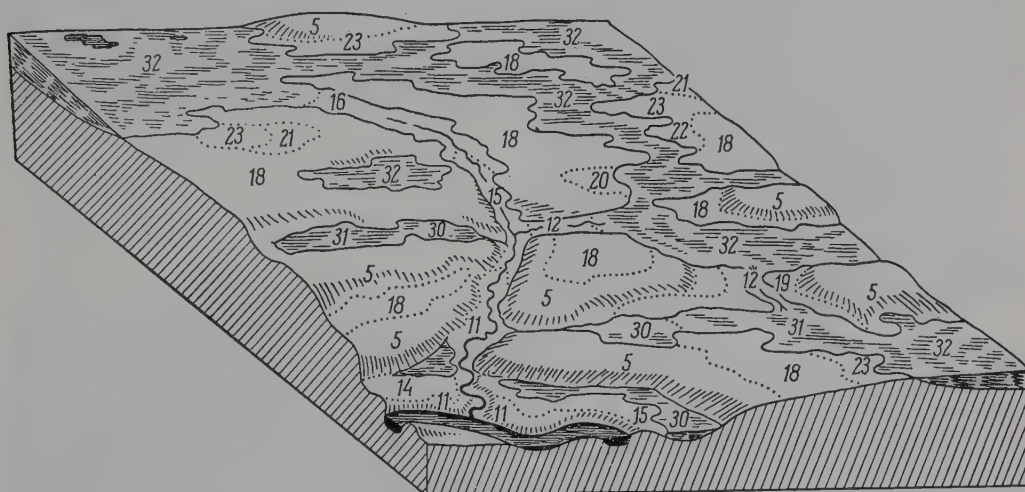
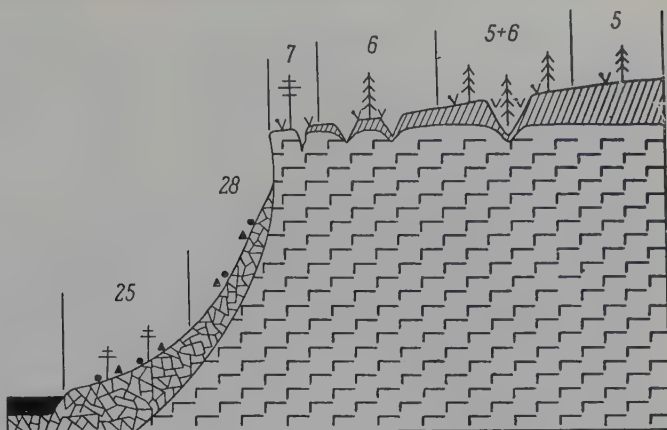


Abb. 68. Block-Diagramm der Pinega-Mesen-Anhöhe: 5, 11, 16, 18, 22 und 32 wie in Abb. 65; 14 = *Piceetum menyanthosum*, 21 = *Pinetum ledosum*, 23 = *Pinetum sphagnosum*, 30 = Niedermoor.

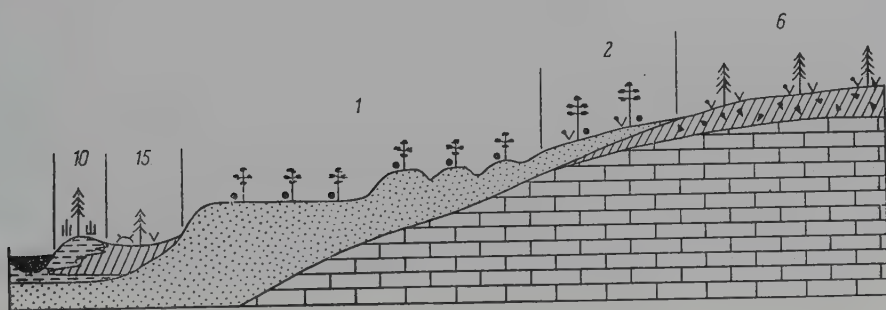


Abb. 69. Schematisches Vegetationsprofil durch ein Flußtal im Bereich der Kalksteine überlagert von kalkhaltigem Lehm (ganz rechts) und kalkfreiem Sand (punktiert). Im Tal (unter 10) = kalkfreier sandiger Boden, (unter 15) = kalkfreier Lehm. 1 = *Pinetum cladinusum*, 2 = *Pinetum vaccinosum*; 6, 10 und 15 wie in Abb. 65.



Abb. 70. Lärchenwald am Ufer der Pinega, davor Wiese mit viel *Veratrum lobelianum* (Foto R. POHLE).

men, spielen die Wettbewerbsverhältnisse für die Verbreitung der verschiedenen waldbildenden Baumarten eine sehr große Rolle. Es zeigt sich, daß *Abies sibirica* der *Picea obovata* gegenüber auf gut drainierten, mäßig feuchten und nährstoffreicheren Böden überlegen ist. Sie verträgt auch mehr Schatten, namentlich im jugendlichen Stadium und ist frostresistenter, so daß sie im Gebirge bis zur Baumgrenze hinaufsteigt und daselbst niedrige Gebüsche bildet (*Abies sibirica* f. *alpina*). Sie meidet jedoch sandige und sumpfige Böden, während sie im Auenwald fast in Reinbeständen vorkommt. Nach Waldbränden folgt auf das Birkenstadium zunächst stets die Fichte, während *Abies* sich viel später einstellt. Da Waldbrände sehr häufig waren und die Tanne durch Feuer völlig vernichtet wird, würde sie ohne diese Einwirkung des Menschen wahrscheinlich heute eine größere Fläche bedecken.

Anders verhält sich *Pinus sibirica*, die der Arve in den Zentralalpen (*Pinus cembra*) sehr nahe steht. Diese Art ist gegen Waldbrände sehr empfindlich, kommt sonst aber auf allen Böden, auch auf Sandböden und bei Vermoorung vor. Sie verträgt auch eine gewisse Überschwemmung durch Frühjahrshochwässer, so daß man in Westsibirien entlang der Flüsse oft fast reine Bestände findet, solche insbesondere auch im Gebirge an steilen felsigen Abhängen, wobei diese frostresistente Art oft die Baumgrenze erreicht. Sonst tritt die Sibirische Arve mehr vereinzelt in Fichten-Tannen-Beständen auf, was auf die besondere Art der Verbreitung zurückzuführen ist. Die großen schweren Samen dieser Art werden durch den Arvenhäher (*Nucifraga caryocatactes*) in Haufen unter Moos versteckt, wobei nicht der ganze Vorrat später verbraucht wird, sondern einzelne vergessene Samen auskeimen. Doch entwickeln sich die Keimpflanzen zu hohen Bäumen nur an Standorten, die für die anderen Nadelholz-Arten ungünstig sind, z. B. auf Sandböden oder bei beginnender Vermoorung (erste Stadien der *sphagnosa*-Gruppe). Bei stärkerer Vermoorung wird *Pinus sibirica* durch *P. sylvestris* verdrängt. Ganz im Norden sagt das Klima der Sibirischen Arve nicht zu, wie überhaupt die Wettbewerbsverhältnisse der Baumarten untereinander stets vom Klima abhängen, so daß alle entsprechenden Aussagen nicht für das gesamte Verbreitungsgebiet gelten.

Eine genaue Vorstellung von der borealen Zone in diesem an den Ural grenzenden Teil gibt die Vegetationsbeschreibung des 1 Million Hektar großen Naturschutzgebietes zwischen dem Petschora-Oberlauf und ihrem rechten Nebenfluß Ylytsch bis zur Wasserscheide zum Ob-Becken auf dem Kamm des Urals. Das Gebiet liegt zwischen 62 und 63° nördl. Breite und 56°40' sowie 59°30' östl. Länge und steigt von 100 m NN im Westen auf 850 (1000) m im Osten an. Ein kleiner Teil ragt über die Waldgrenze hinaus.

25% der Fläche entfällt auf Gebüsche, Wiesen (Abb. 71) und Moore, die übrigen 75% auf die Wälder. Von diesen sind $\frac{3}{4}$ Nadelwälder und $\frac{1}{4}$ Birkenwälder. Vorherrschend ist die dunkle Taiga mit *Picea obovata*, *Abies sibirica* und *Pinus sibirica* (Abb. 72). Sie bildet die zonale Vegetation auf den Eu-Klimatopen. Die ökologischen Ansprüche von *Picea* und *Abies* sind in diesem Gebiet so ähnlich, daß sie meist Mischbestände bilden, wobei der Anteil der Fichte (*Picea*) meist



Abb. 71. Auwiese im Vorland des nördlichen Urals (Foto R. POHLE). Grasarten: *Alopecurus pratensis*, *Poa pratensis*, *Bromus inermis* u. a. Kräuter: *Anthriscus sylvestris*, *Pleurospermum uralense* (weiße Dolden), *Polygonum bistorta* (blühend), *Cirsium heterophyllum* u. a. Die Wiese wird im Frühling überschwemmt und im Spätsommer gemäht.



Abb. 72. Taiga mit vorherrschender *Picea obovata*, *Abies sibirica*, *Pinus sibirica* und am oberen Rand des Steilabfalls viel *Betula pubescens* am Stschugor unweit der Einmündung in die Petschora (Foto R. POHLE). Auf den steilen Kalkfelsen wächst *Gypsophila uralensis* und *Cotoneaster uniflora*, in feuchten moosreichen Klüften *Cystopteris*, *Woodsia* und *Cryptogramma*; im Walde findet man neben *Linnaea*, *Pyrola* und *Selaginella selaginoides* das östliche *Cypripedium guttatum*.

überwiegt. Tannenwälder (*Abies sibirica*) findet man hauptsächlich auf: 1. gut drainierten lehmigen Aueböden, 2. auf Rendzinaböden und 3. an den Westhängen des Urals auf flachgründigen Böden. In dem sehr humiden Klima wird bei großer Bodenfeuchtigkeit die Fichte begünstigt, selbst wenn es nicht zur Torfbildung kommt. Die Hypnaceen-Moosschicht ist an solchen Standorten extrem üppig entwickelt und erreicht eine Mächtigkeit von 10–30 (40) cm, so daß sich die Tanne nicht ansamen kann. Sie vermehrt sich in diesem Falle vegetativ durch Bewurzelung der niederliegenden Äste; diese behalten ihren plagiotropen Wuchs bei, erreichen ein Alter von 40–50 Jahren und bilden 3–5 m lange Ausläufer. Nur wenn die Adventivwurzeln den mineralischen Boden erreichen, bildet sich ein normaler aufrechter Jungwuchs.

Über die Zusammensetzung dieser zonalen Wälder auf Podsolboden ($A_2 = 8$ cm) gibt folgende mittlere Bestandsaufnahme Auskunft:

Piceetum hylocomioso-myrtillosum

Obere Baumschicht: Kronenschluß 70%, Höhe 20 m, Ø 25 cm, Alter 145–180 Jahre, Bonität IV (*Abies* V);

5 *Picea obovata*, 1 *Abies sibirica*, + *Pinus sibirica*, + *Betula pubescens*.

Untere Baumschicht: Deckung 60%, Höhe 15 m, Ø 15 cm;

3 *Picea obovata*, 4 *Abies sibirica*, 1 *Pinus sibirica*.

Jungwuchs: Deckung 50%, Höhe 2 m;

1 *Picea obovata*, 2 *Abies sibirica*, 1 *Pinus sibirica*.

Strauchschicht: Fast fehlend.

Krautschicht: Deckung 50%;

4 *Vaccinium myrtillus*, 1 *V. vitis-idaea*, + *Dryopteris linnaeana*, 3 *Linnaea borealis*, + *Majanthemum bifolium*, 1 *Melampyrum pratense*, + *Trientalis europaea*, 1 *Ramischia secunda*, + *Deschampsia flexuosa*, 1 *Equisetum sylvaticum*, + *Carex globularis*, dazu mit Stetigkeit unter 33%: *Dryopteris spinulosa*, *Oxalis acetosella*, *Lycopodium annotinum*, *L. complanatum*, *Goodyera repens*, *Rubus saxatilis*, *Solidago virgaurea*, *Cirsium heterophyllum*, *Anemone narcissiflora*, *Luzula pilosa*, *Angelica sylvestris*, *Chamaenerium angustifolium*.

Bodenschicht: Deckung 100%;

2 *Pleurozium schreberi*, 4 *Hylocomium splendens*, 2 *Ptilium crista-castrensis*, 2 *Polytrichum commune*; mit geringer Stetigkeit *Dicranum majus*, *Cladonia alpestris*, *C. rangiferina*, *C. sylvatica*, *Peltigera aphthosa*. Zahl der Arten 21 (16–29). Insgesamt wurden in solchen Wäldern 80 Arten notiert: 10 Baumarten, 9 Sträucher, 41 Zwergsträucher und Kräuter, 20 Moose und Flechten.

Die Baumarten sind in diesen Wäldern durch alle Altersstufen vertreten. Die ältesten erreichen

300 Jahre, häufiger 90–290 Jahre, mengenmäßig vorherrschend sind die 150–160-jährigen.

Die Wälder in 100–200 m NN gehören zur mittleren borealen Zone. Fast reine *Abies sibirica*-Wälder stocken im Gebiet auf besseren Böden, sind jedoch selten. Die floristische Zusammensetzung des Unterwuchses ist in ihnen die gleiche, die Krautschicht aber infolge der stärkeren Beschattung artenärmer (Zahl der Arten 16); in der Moosschicht fehlen *Polytrichum* und die Flechten ganz, dafür tritt *Lophozia lycopodioides* auf.

In den höheren Lagen der Ulytsch-Niederung entsprechen die Wälder denen der nördlichen borealen Zone: Der Kronenschluß ist 60%, die Höhe der Bäume 16 m, die Bonität V. In der Baumschicht fehlt die Tanne, sie ist aber neben *Sorbus aucuparia* und *Juniperus communis* in der Strauchschicht als *f. repens* vertreten. In der Krautschicht wächst *Empetrum nigrum* (Menge 3), dagegen fehlen *Oxalis* und *Majanthemum*. In der Moosschicht kommt der nördliche Charakter durch das stärkere Auftreten der Flechten (Deckung 2–5%) zum Ausdruck. Die Gesamtartenzahl ist 19 (18–22).

In der subalpinen Stufe nahe an der Waldgrenze oder auf Flächen mit Temperaturinversion sowie auf flachgründigen Böden herrscht bald die Tanne, bald die Fichte vor. Bei einer Bonität V werden die Bäume nur 12 m hoch. In der sonst gleichen Krautschicht wurden notiert: 4 *Deschampsia flexuosa* und 1 *Lycopodium annotinum*, direkt an der Waldgrenze 3 *Empetrum nigrum* und 2 *Lycopodium alpinum*; Flechten mit 20% Deckung.

An steilen zu den Flüssen abfallenden Felshängen des Urals, die nicht ganz vom Boden bedeckt sind, findet man Arvenwälder.

Über sie gibt folgende Bestandsaufnahme Auskunft:

Cembretum myrtillosum

Obere Baumschicht: Kronenschluß 60%, Höhe 20 m, Ø 40 cm, Alter 220 Jahre, Bonität IV.

4 *Pinus sibirica*, 1 *Picea obovata*.

Untere Baumschicht: Kronenschluß 40%, Höhe 14 m, Ø 15 cm.

3 *Picea obovata*, 2 *Betula pubescens*, 1 *Pinus sibirica*.

Baumjungwuchs: Deckung 70%.

3 *Abies sibirica*, 1 *Pinus sibirica*, 1 *Picea obovata*, 1 *Betula pubescens*.

Strauchschicht: Deckung 10%.

1 *Sorbus aucuparia*, 1 *Rosa acicularis*.

Krautschicht: Deckung 10%–70%.

1–5 *Vaccinium myrtillus*, 2 *Dryopteris linnaeana*, 2

Linnaea borealis, 1–3 *Lycopodium clavatum*, 1 *Ramischia secunda*, 1–3 *Equisetum sylvaticum*, 2 *Carex globularis*.

Bodenschicht: Deckung 100 %.

3 *Pleurozium schreberi*, 4–5 *Hylocomium splendens*, 3 *Prilium crista-castrensis*, 2 *Polytrichum commune*.

Wir sehen somit, daß die Krautschicht in allen diesen Waldgesellschaften nur sehr geringe Unterschiede aufweist. Selbst die Fichtenwälder an relativ trockenen Standorten zeichnen sich nur durch ein stärkeres Auftreten von *Vaccinium vitis-idaea* aus und werden deshalb als *Piceetum vaccinio-myrtillosum* oder *P. vacciniosum* bezeichnet. Erst mit beginnender Moorbildung ändert sich der Unterwuchs: *Carex globularis* und *Polytrichum commune* erhöhen ihre Mengenanteile, *Rubus chamaemorus* und *Sphagnum girgensohnii* (5–20% deckend) kommen hinzu und bei weiter fortgeschrittener Vermoorung treten *Vaccinium uliginosum*, *Empetrum nigrum*, *Ledum palustre*, *Chamaedaphne* (*Lyonia*) *calyculata*, *Comarum palustre* und verschiedene *Sphagnum*-Arten auf. Zugleich wird der Fichtenwuchs immer kümmerlicher und auf den richtigen Hochmooren mit *Andromeda*, *Oxycoccus*, *Eriophorum vaginatum* u. a. findet man als einzige Baumart schwächliche Kiefern (*Pinus sylvestris*).

Auf die Kiefernwälder entfällt im Naturschutzgebiet $\frac{1}{3}$ der gesamten Waldfläche. Aber nur auf Mooren und armen Sanden bildet diese Baumart Dauergesellschaften. Sonst tritt sie vor allem auf Brandflächen auf. Brände können durch Blitzschlag entstehen, werden aber meist durch Menschen verursacht und dringen vom Rande in das Naturschutzgebiet ein; größere Ausmaße nahmen sie jedoch nur in extremen Trockenperioden an. Auf sandigen Böden tritt die Kiefer nach einem Brande gleich auf, bei lehmigen Böden ist jedoch die Bodenoberfläche nach einem Brand so alkalisch, daß nur Birken (*Betula pubescens*) und Espen (*Populus tremula*) Fuß fassen können, letztere nur auf reicheren Böden². Erst nach einiger Zeit (in den ersten 10–15 Jahren) siedeln sich unter dem Laubholz die Nadelbäume an, wobei nach dem Absterben der ersten Laubwaldgeneration gleich ein reiner Nadelholzwald entsteht. Die Verdrängung der Kiefer auf sandigen Böden fällt der Fichte und Tanne schwer. Die Kiefer herrscht deshalb auf den sandigen Flußterrassen vor.

Die Waldbrände fördern bei relativ hohem Grundwasserstand die Vermoorung, nicht nur infolge der herabgesetzten Transpiration auf den Brandflächen, sondern auch infolge der Verdichtung der Bodenoberfläche. Die Moore nehmen im Naturschutzgebiet etwa 18–20% ein, stellenweise 50% oder sogar 75%.

Kommt die Vernässung nicht wie bei der Vermoorung durch stehendes, sondern durch fließendes Wasser zustande, so erhöht sich zunächst im Unterwuchs gegenüber den zonalen Wäldern der Mengenanteil von *Equisetum sylvaticum*, zugleich werden auch die Farnarten häufiger. Letztere sind besonders für die zeitweilig überschwemmten Auenwälder bezeichnend.

Folgende Bestandesaufnahme kann als Beispiel dienen:

Piceeto-Abietetum athyriosum crenati

Obere Baumschicht: Kronenschluß 70%, Höhe 20 m, Ø 30 cm, Bonität III–IV;

4 *Picea obovata*, 4 *Abies sibirica*.

Untere Baumschicht: Deckung 50%, Höhe 14 m, Ø 15 cm;

1 *Picea obovata*, 2 *Abies sibirica*, + *Pinus sibirica*, + *Betula pubescens*.

Strauchschicht: Deckung 30%, Höhe 1–2 m;

2 *Sorbus aucuparia*, 1 *Padus racemosa*, + *Rosa acicularis*, + *Lonicera coerulea*, 1 *Rubus idaeus*, + *Ribes hispidulum*.

Krautschicht: 100% deckend;

4 *Athyrium crenatum*, 2 *Dryopteris linnaeana*, 2 *D. dilatata*, 2 *D. thelypteris*, 3 *Oxalis acetosella*, 2 *Linnaea borealis*, 2 *Majanthemum bifolium*, 2 *Ramischia secunda*, 2 *Aconitum excelsum*, 1 *Trientalis europaea*, 2 *Geranium sylvaticum*, 1 *Rubus saxatilis*, 2 *Equisetum sylvaticum*, 1 *E. pratense*, 2 *Calamagrostis langsdorffii*, 1 *Thalictrum minus*, 1 *Cacalia hastata*, 1 *Paris quadrifolia*, 2 *Stellaria bungeana*, 2 *Atragene sibirica*, 1 *Milium effusum*, 1 *Orobis vernus*, 1 *Delphinium elatum*, 1 *Valeriana volgensis*, 2 *Viola umbrosa*, 1 *Pleurospermum uralense*, 1 *Agropyrum caninum*, 1 *Filipendula ulmaria*, + *Angelica sylvestris*, + *Senecio nemorensis*, + *Chamaenerium angustifolium*.

Bodenschicht: relativ schwach ausgebildet;

4 *Rhytidadelphus triquetrus*, 2 *Hylocomium splendens*, 1 *Pleurozium schreberi*.

Zahl der Arten 47.

Noch artenreicher sind die etwas trockeneren Auenwälder, in denen außer den obengenannten Arten *Vaccinium*- und 3 *Lycopodium*-Arten, ebenso wie *Sruthiopteris germanica* vorkommen (insgesamt 75 Arten notiert). Die Bonität kann III–II erreichen.

Auf die ebenfalls genauer beschriebenen Gebüsch-, Hochstauden- und Wiesengesellschaften

² Über die genauen Ursachen dieser Erscheinung vgl. Teil IV. 7.

können wir nicht eingehen, wollen jedoch darauf hinweisen, daß die Wiesen zum größten Teil als primäre Gesellschaften und nur wenige als anthropogen bedingt betrachtet werden. Es soll sich bei den Wiesen um Stadien der Sukzessionen handeln, die durch die häufige Verlegung der rasch strömenden Flußläufe dauernd neu entstehen und sich oft nur schwer bewalden, z.B. bei starkem Vorherrschen von *Deschampsia caespitosa*. Regelmäßig gemähte Wiesen sind an Stelle der früheren *Salix*-Gebüsch entstanden. Auf die Gebirgsvegetation des Urals kommen wir später zurück (s. Ural, Teil VII).

3. Die lichte Taiga der Kiefernwälder (in Osteuropa)

Die Kiefer (*Pinus sylvestris*) ist, wie wir bereits erwähnten, die Baumart mit dem größten Verbreitungsgebiet (Abb. 47). Schon in Westeuropa reicht sie von der polaren Waldgrenze in Lappland bis zur Sierra Nevada in Spanien. Trotzdem bildet sie als lichtliebende Art nirgends die zonale Vegetation. Im Verbreitungsgebiet der Fichte oder anderer Nadelhölzer der dunklen Taiga kommen Kiefernwälder zwar häufig vor, aber nur als sekundäre Wälder nach Waldbränden oder als azonale Wälder auf extremen Böden, z. B. auf trockenen Felsböden, armen Sandböden oder auf Wald-Hochmooren. Allerdings sind die sekundären Wälder oft als natürliche Wälder zu betrachten. Zwar werden heute die meisten Waldbrände (90–98%) durch den Menschen verursacht, aber Waldbrände durch Blitzschlag sind ein natürlicher klimatischer Faktor und in einzelnen Gebieten so häufig z. B. in Kalifornien, daß man von einem Feuerklima spricht (Vgl. WALTER Bd. I, 3. Aufl., 1973).

Interessant sind die Feststellungen von KORTSCHAGIN im Petschora-Ylytsch-Naturschutzgebiet über die Waldbrände und das Alter der Kiefernbestände.

Auf sauren sandigen Böden, die nach einem Waldbrand leicht ausgelaugt werden, wächst die Kiefer nach 10–20 Jahren zu einem fast reinen Jungbestand heran. In dem oben genannten Naturschutzgebiet gehören die Kiefernbestände auffallenderweise ganz bestimmten Altersklassen an, woraus man schließen darf, daß sie nach Waldbränden um die Jahre 1715, 1765, 1790, 1825, 1895 aufwuchsen. Diese Jahre fallen gerade in die Brückner'schen Dürreperioden, was der Beobachtung entspricht, daß in der borealen Nadelwaldzone Waldbrände vor allem in extremen Dürrejahren auftreten, insbesondere nach 1–2 bereits vorangegangenen Trockenjahren.

Die aufkommende Kiefer kann sich auf extremen Böden der Assoziationsgruppe *Pineta cladinosa* und *P. sphagnosa* dauernd halten, auf besseren Böden wird sie dagegen langsam durch die Fichte verdrängt, doch sind dazu Zeiträume von 100 oder mehr Jahren notwendig. In diesem Zeitraum kann sich aber ein Brand wiederholen, wodurch die Kiefer wieder begünstigt wird. Das hat zur Folge, daß der Anteil der Kiefernwälder innerhalb der zonalen Fichtenwaldvegetation auch auf besseren Böden ein sehr erheblicher ist, wie nachfolgende Tabelle 6 zeigt.

Der Anteil der Kiefer übertraf somit den der zonalen Baumart, der Fichte. Der große Anteil der Vorhölzer (Birken, Espen) zeigt außerdem, daß erhebliche Waldflächen durch unregelmäßige Holznutzung oder häufige Waldbrände degradiert waren.

Man unterscheidet zwischen Bodenbränden und Kronenbränden. Bei ersteren wird auch die Krautschicht vernichtet, doch kann sie nach 2–3 Jahren wiederhergestellt sein, weil die Arten mit unterirdischen Ausläufern, zu denen die *Vaccinium*-Arten gehören, sofort wieder austreiben. In Westsibirien werden deshalb zur Erzielung besserer Preiselbeer-Ernten Kiefernwälder mit alten *Vaccinium vitis-idaea*-Beständen mit

Tab. 6: Zusammensetzung der nördlichen Nadelwälder 1906 (in %):

Gebiet	<i>Picea</i>	<i>Pinus sylv.</i>	<i>Larix</i>	<i>Abies</i>	<i>Pinus sibir.</i>	<i>Betula</i>	<i>Populus trem.</i>	<i>Alnus</i>	<i>Salix</i>
Archangelsk	30,5	44,9	7,0	0,3	1,2	8,1	4,9	1,4	1,7
Wologda	37,4	36,8	3,1	2,5	1,3	11,9	5,9	0,4	0,7
Olonezk	31,9	51,3	–	–	–	8,7	7,0	1,0	0,1

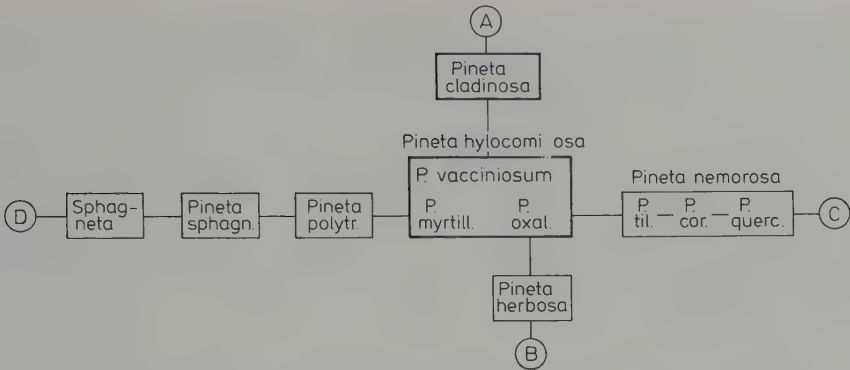


Abb. 73. Schema der ökologischen Reihen von den Kiefernwaldgesellschaften = *Pineta*; *P.* (= *Pinetum*) der verschiedenen Assoziationen: *Pinetum vaccinosum*, *P. myrtillosum*, *P. oxalidum*, *P. tiliosum*, *P. corylosum* und *P. quercetosa*. Hauptreihen A, B, C und D wie bei den *Piceeta* (Abb. 53).



Abb. 74. *Pinetum cladinosa* bei Vuotso in Finnland (Foto E. WALTER).



Abb. 75. Flechten-Bodenschicht mit *Cladonia alpestris*, *C. sylvatica* u.a. im *Pinetum* von Abb. 74 (Foto E. WALTER).

Absicht abgebrannt, um deren Verjüngung und stärkeres Fruchten herbeizuführen.

Die Wiederherstellung der ursprünglichen Moos- und Flechtenschicht dauert länger, etwa 15–20 Jahre oder mehr, da zunächst solche Moose wie *Marchantia polymorpha*, *Funaria hygrometrica*, *Ceratodon purpureus*, *Pohlia nutans*, *Polytrichum strictum*, *P. piliferum* u.a. auftreten.

Aber im allgemeinen werden sich nach Bränden die Assoziationen nicht ändern, nur tritt in der Baumschicht die Kiefer an die Stelle der Fichte.

Aus dem Gesagten folgt, daß die Assoziationsgruppierung nach ökologischen Reihen für die *Pineten* dieselbe ist wie für die *Piceeten* (Abb. 73). Nur sind die *Pineta cladinosa* (Abb. 74–75) und die *Pineta sphagnosa* viel häufiger und richtige azonale Dauergesellschaften. Die *Pineta hylocomiosa* umfassen ebenfalls die Assoziationen

Pinetum myrtillosum, *Pinetum vaccinosum*, *P. oxalidum* u.a.

Als treue Arten der *Pineta hylocomiosa* werden für das Gebiet von Moskau folgende Arten angegeben: Treuegrad 5:

Chimaphila umbellata, *Lycopodium anceps*, *Pyrola chlorantha*.

Treuegrad 4:

Oxalis acetosella, *Lycopodium clavatum*, *Pyrola media*, *P. minor*, *Goodyera repens*, *Antennaria dioica*, *Carex ericetorum*, *Melampyrum pratense*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Veronica officinalis*, *Ramischia (Pyrola) secunda*.

Für die *Pineta cladinosa* ist im westlichen Teil des Heidekraut (*Calluna vulgaris*) als treue Art zu betrachten, auch *Pulsatilla patens* hat ihr Schwergewicht in diesen Wäldern.

Da die Kiefer vom äußersten Norden der Waldzonen bis in die Steppenwaldzone hinein

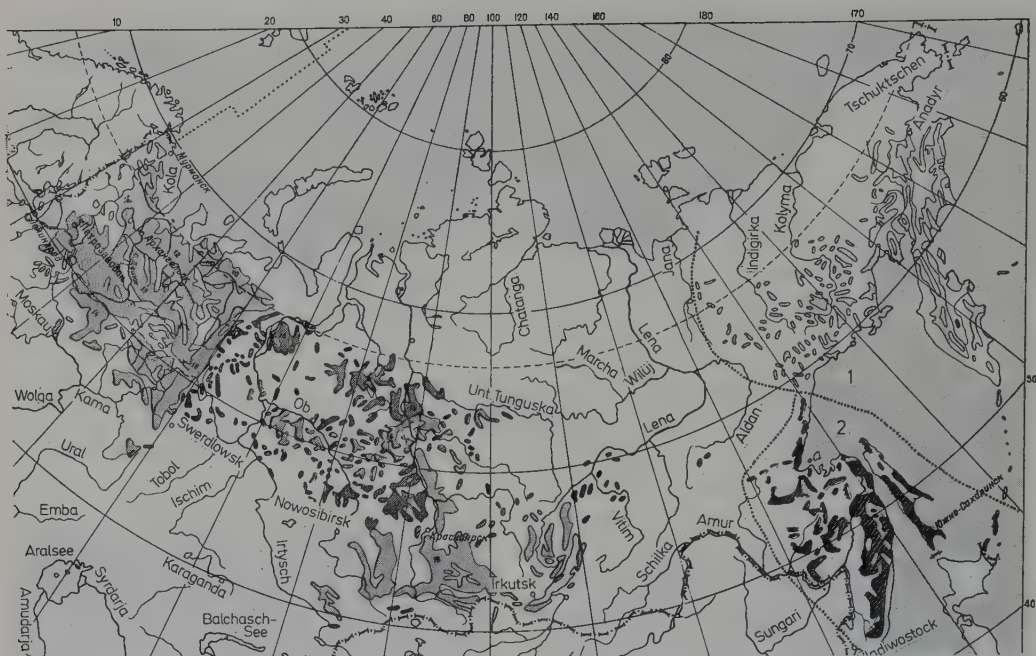


Abb. 76. Kartenausschnitt mit den Hauptvorkommen verschiedener (hier nicht unterschiedener) Dunkler-Taiga-Typen (*Picea*, *Abies sibirica*, *Pinus sibirica*) und 1 = Krummholzbestände aus *Pinus pumila* sowie 2 = Wälder mit vorwiegend ostasiatischen Nadel- und z. T. Breitlaubholzarten. Geringe Waldfläche in Westsibirien infolge von Vermoorung und Versumpfung (aus Descr. Veget. URSS, verändert). Die wichtigsten sibirischen Flüsse sind bezeichnet (im farbigen Teil der Originalkarte russische Bezeichnungen belassen).

verbreitet ist, so müssen die Assoziationen auf armen Sanden, also die *Pineta cladinosa* in den einzelnen Gebieten sehr große Unterschiede aufweisen. In Karelien sind für diese besonders typisch *Calluna vulgaris*, *Vaccinium vitis-idaea* und *Empetrum nigrum* und im Norden sogar Vertreter der Moorbälder wie *Ledum palustre* und *Vaccinium uliginosum*. Es handelt sich um ein besonderes *Pinetum cladinosum boreale*. Schon südlich von Moskau erscheinen im *Pinetum cladinosum* Waldsteppenelemente, wie *Veronica spicata*, *Genista tinctoria*, *Cytisus ruthenicus* oder solche der südlichen Sandfluren, wie *Koeleria glauca*, *Jurinea cyanoides*, *Silene parviflora* oder auch *Dracocephalum ruyschiana* und *Vincetoxicum officinale*, so daß man vom *Pinetum cladinosum substepposum* sprechen kann. Schließlich an der Grenze zur Steppenzone selbst kommen Arten wie *Euphorbia seguieriana*, *Helichrysum arenarium*, *Sempervivum ruthenicum*, *Linum perenne*, *Peucedanum oreoselinum*, *P. arenarium*, *Thymus odoratissimus*, *Linaria genistifolia*, *Veronica austriaca*, *Scabiosa ucrainica*, *Agropyrum cristatum* und *Stipa pennata* hinzu, so

daß es sich bereits um ein *Pinetum cladinosum stepposum*, also um einen Steppenwald handelt. Diese Gesellschaften sind natürlich durch allmähliche Übergänge miteinander verbunden. Auch der Flechtenbestand erfährt gewisse Veränderungen.

Nach Waldbränden können in den Kiefernwäldern häufig gewisse Arten in Massen auftreten. Das sind z. B. in der Reihenfolge einer zunehmenden Feuchtigkeit der Standorte *Pteridium aquilinum*, *Calamagrostis arundinacea* und *Molinia coerulea*; doch sind das vorübergehende Stadien einer Sukzession, die sich nicht im Gleichgewicht mit der Umwelt befinden.

Was die *Pineta nemorosa* anbelangt, so leiten sie über zu den Kiefernbeständen, die in der Nadel-Laub-Mischwaldzone im Westen vorkommen und als untere Baumschicht *Quercus robur*, sowie in der Krautschicht viele Laubwaldarten enthalten. Wir können sie im Schema (Abb. 73) nach rechts als *Pineta quercetosa* anschließen, wollen sie jedoch erst später behandeln (Teil III, 3 a).

4. Die sibirische dunkle Taiga

Die im Petschora- und oberen Kama-Gebiet bereits westlich vom Ural verbreitete aus *Picea obovata*, *Abies sibirica* und *Pinus sibirica* bestehende dunkle Taiga reicht in Westsibirien bis etwas über den Jenissej nach Osten. Das Klima in diesem Gebiet ist noch nicht so extrem wie in Ostsibirien (vgl. Klimadiagramme auf Abb. 80). Die Arealgrenzen der genannten Baumarten sind auf den Abb. 46, 50 und 48 eingezeichnet. Die nördliche, mittlere und südliche boreale Nadelwaldzone setzen sich dabei etwa in derselben Breitenlage fort. Die großen Waldmassive sind aus Abb. 76 zu sehen. Es fällt auf, daß für die Westsibirische Tiefebene im Ob-Gebiet nur eine sehr geringe Fläche angegeben wird. Der Grund hierfür ist die außerordentlich weit verbreitete Versumpfung in diesem in Senkung begriffenen Gebiet (Abb. 13). Die dunkle Taiga kommt meistens nur auf den gut drainierten Böden entlang der Flüsse als schmaler Streifen vor, während die weiten ebenen Wasserscheidenflächen vermoort sind.

Die Südgrenze der dunklen Taiga verläuft vom Ural etwa auf 56°30' nördlicher Breite nach Tomsk und Krasnojarsk am Jenissej. Außerhalb dieses Gebiets sind die gleichen Wälder nur in dem Altai-Sajan-Gebirgsland, auf dem Jenissej-Horst und in den Bergen um den Baikalsee und an der oberen Lena zu finden. Für die nördliche Unterzone sind Fichten-Lärchen-Wälder bezeichnend, in denen *Pinus sibirica* kaum vertreten ist. Der Baumwuchs ist jedoch schlecht, der Unterwuchs besteht aus *Ledum*, *Vaccinium*-Arten, *Carex globularis* und einem Moos-Flechten-Teppich.

Die mittlere Zone kann man als *Pinus sibirica*-Moorzone bezeichnen; *Sphagnum*-Moore mit niedrigen Bäumchen sind verbreitet; Wälder findet man nur bei tieferem Grundwasserstand.

Südlich vom 60. Breitengrad sind Mischwälder aus *Picea obovata*, *Abies sibirica*, *Pinus sibirica*, die hier «Urmany» genannt werden, häufig. Es treten schon südliche Elemente auf, z. B. die Linde (*Tilia cordata*) und in der Strauchschicht *Cargana arborescens*, *Ribes nigrum*, *Sorbus sibirica*, *Sorbaria sorbifolia*, *Padus racemosa*, *Thelycrania alba* (Cornac.), *Lonicera xylosteum*, *Sambucus sibirica* u. a.; unter den Kräutern auch *Aegopodium podagraria* und *Pulmonaria mollissima*. In dieser Unterzone liegen Tobolsk und Naryn (am Ob, 59° N). Die primären Waldflächen sind als Folge

häufiger Waldbrände und Kahlschläge stark dezimiert. An ihre Stelle sind lichte Wälder mit *Pinus sylvestris* und *Larix sibirica* getreten oder Hochstaudenfluren mit *Delphinium elatum*, *Aconitum excelsum*, *Thalictrum minus*, *Pleurospermum uralense*, *Calamagrostis elata* u. a.

Noch südlicher kommt man schon in die Waldsteppenzone mit Lärchen-Birkenhainen und *Populus tremula* an leicht verbrackten Stellen (s. Teil IV, 7). An diese dunkle Taiga der tiefen Lagen schließen sich die Wälder der südsibirischen Gebirge an, die bis auf 1000 m NN hinaufgehen. Im Ural, auf den wir noch genauer in Teil VII zurückkommen werden, dominiert die Fichte (*Picea obovata*), in den östlichen Gebirgen tritt sie immer mehr zugunsten der *Abies sibirica* und *Pinus sibirica* zurück. Oft herrscht in den Gebirgen eine von diesen Arten vor. Die besonders schattigen reinen *Abies*-Wälder werden als «Tschernewaja Taiga» (Finstere Taiga) bezeichnet; sie wachsen immer auf besseren Böden und unter weniger extremen Klimaverhältnissen, während *Pinus sibirica* mit flachgründigen Böden vorlieb nimmt, weniger Wärme braucht und bis zu den baumfreien Berggipfeln hinaufgeht (vgl. *Pinus cembra* in den Alpen). Diese Art bildet als *Pinus sibirica* v. *humistrata* ein Krummholz, das man nicht mit der niederliegenden Art *Pinus pumila* in Ostsibirien verwechseln darf, die taxonomisch jedoch *Pinus sibirica* nahe steht.

Von den verschiedenen Assoziationsgruppen ist im Gebirge die *hylocomiosa*-Gruppe am häufigsten, aber meist ist sie reicher an Kräutern.

Zum Teil wurden auch diese Wälder durch Kahlschläge und Waldbrände vernichtet, insbesondere im Bergbau- und Industriegebiet des Kusnezsk-Alatau, so daß an ihre Stelle Espen-Birkenbestände getreten sind. In diesem Gebiet findet man Relikte einer Laubwaldflora. Hier tritt die Linde, *Tilia sibirica*³, in kleineren Reinbeständen auf, in deren Strauchschicht man *Padus racemosa*, *Sorbus sibirica*, *Viburnum opulus*, *Rubus idaeus*, *Ribes hispidulum*, *Daphne mezereum* findet und in der Krautschicht *Asarum europaeum*, *Asperula odorata*, *Geranium robertianum*, *Circaea lutetiana*, *Sanicula europaea*, *Festuca gigantea*, *F.*

³ *Tilia sibirica*, die auch in der Umgebung von Krasnojarsk vorkommt, unterscheidet sich von *Tilia cordata* nur wenig und ist als ein Neoelement zu betrachten; dagegen ist *Dentaria altaica* eine alte Art. Es kommen außerdem noch die südlich-mitteleuropäische Art *Dentaria glandulosa* und die ostasiatische *Osmorhiza amurensis* vor (vgl. ALECHIN, S. 238).

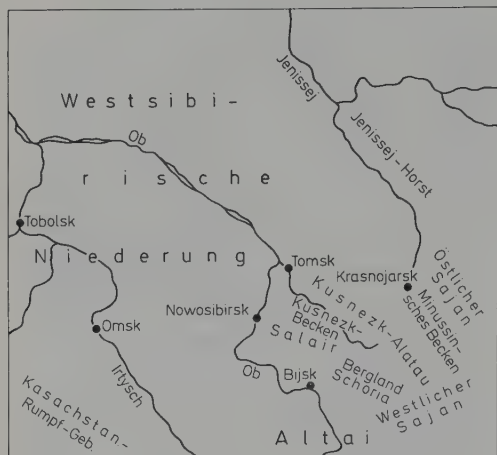


Abb. 77. Geomorphologische Gliederung des süd-östlichen Westsibiriens mit den angrenzenden Gebirgen (nach KRYLOV, verändert).

sylvatica, *Brachypodium sylvaticum*, *Bromus benekei* und Farne (*Dryopteris filix-mas*, *Polystichum braunii*); im Frühjahr blühen viele Geophyten wie *Anemone altaica* (*A. nemorosa* s.l.), *Erythronium sibiricum*, *Corydalis bracteata* u.a. (vgl. Teil VII. Altai). Meist steht die Linde jedoch zusammen mit *Abies sibirica*, *Pinus sibirica*, *Populus tremula* und *Betula pubescens*. Auf Brandflächen breiten sich *Chamaenerium angustifolium*, *Rubus idaeus*, dazu *Dactylis glomerata*, *Brachypodium pinnatum*, *Calamagrostis epigeios* aus, worauf als Vorhölzer die Espe und Birke die Wiederbewaldung einleiten.

Die Waldtypen Westsibiriens beschreibt KRYLOV (1961), jedoch mehr vom forstlichen Standpunkt. Die geomorphologische Gliederung des

Südostteiles mit den Gebirgen geht aus Abb. 77 und dem W-E-Profil auf Abb. 78 hervor. Das Altai-Gebirge (vgl. Teil VII) wird durch das Bergland Schoria mit dem Salaïr (400–600 m NN) und dem Kusnez-Alatau (2175 m NN) verbunden; zwischen diesen beiden liegt das Kusnez-Becken (108–190 m NN) und östlich vom Kusnez-Alatau das Minussinsche Becken, das zugleich vom Westlichen und Östlichen Sajan umfaßt wird. Die Fortsetzung des Östl. Sajan nach Norden ist der Jenissej-Horst. Im Minussinschen Becken wird der Wald durch Steppen verdrängt, nur an wallartige Erhebungen sind bandförmig angeordnete Kiefernwälder gebunden. Auch südwestlich vom Salaïr und nördlich von Bijsk reichen Steppen bis zur sandigen Ob-Niederung mit Kiefern. Diese Steppen sind durch Birken-Espen-Wälder unterbrochen.

In den Wäldern des östlichen Sajan-Gebirges herrscht in 700–1700 m NN *Pinus sibirica* vor. Es tritt *Rhododendron aureum* auf. In den Gebirgen um den Baikalsee herum findet man die dunkle Taiga auf den dem See zugewandten Westhängen mit etwas milderem Klima (vgl. Abb. 89). Sie erreicht hier ihre kontinentale Grenze und kommt mehr inselförmig vor ebenso wie im östlichen gebirgigen Tuwa-Gebiet, dem die Westwinde etwas mehr Niederschläge bringen (vgl. Teil VI, 5a). *Pinus sibirica* mit *Abies sibirica*, aber weniger *Picea obovata* sind dort noch verbreitet, doch herrscht bereits *Larix sibirica* vor. Sie bildet die obere Waldgrenze bei 1600 m NN (bis 2000 m NN). Der Unterwuchs in den Mischwäldern besteht aus Zwergsträuchern der *hylocomiosa*-Gruppe, aber es gesellen sich hier andere Arten wie *Bergenia crassifolia*, *Dasiphora*

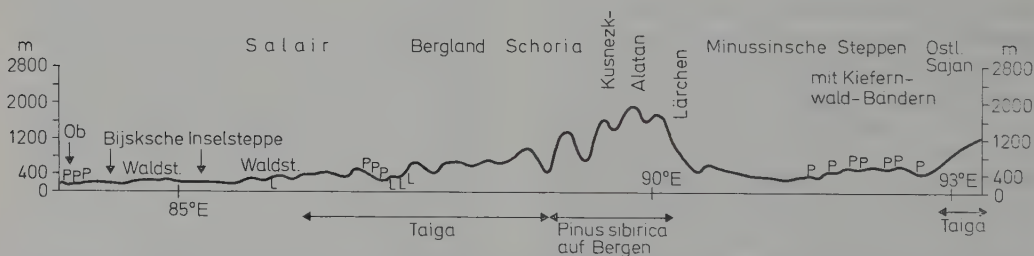


Abb. 78. Profil durch den südlichen Teil Westsibiriens etwa entlang des 53°N (nach KRYLOV, vereinfacht): Ob-Niederung mit Kiefern (P), Steppeneinseln mit Birken-Espen-Wäldern (Waldsteppe), Salaïr mit Relikt-wäldchen aus Kiefer (P) und Linde (L) in der Taiga, die auch das Bergland Schoria überzieht mit viel Tanne und Fichte, während auf den hohen Bergen des Alatau die Arve (*Pinus sibirica*) vorherrscht und die Lärche am Osthang auftritt. Es folgen weiter im Osten die Minussinschen Steppen mit Kiefern, bis auf dem Östl. Sajan-Gebirge wieder die Taiga beginnt.

(*Potentilla*) *fruticosa*, *Betula rotundifolia* (nahe *B. nana*), *B. humilis*, *Lonicera altaica* hinzu, in dem *Pinus sibirica*-Wald auch *Rhododendron chrysanthum*. Die Hochstaudenfluren bestehen neben *Senecio nemorensis*, *Veratrum album* ssp. *lobelianum*, *Anthriscus sylvestris* und *Chamaenerium angustifolium* auch aus *Lilium martagon*, *Bupleurum aureum*, *Crepis sibirica*, *Cacalia* (*Senecio*) *hastata*, *Heracleum dissectum* u.a. (SOBOLEVSKAJA 1950).

Die südlichsten Vorkommen der dunklen Taiga gegen Zentralasien dürften diejenigen in dem mongolischen Khentei-Gebirge um den See Chubsugul und schon ganz isoliert im Khangai-Gebirge sein (Teil VI, 5b). Dort wachsen noch an Nordhängen *Pinus sibirica*-Wälder (*Cembretum vacciniosum*) mit vereinzelter *Picea obovata* seltener *Abies sibirica* und *Larix sibirica*; auf trockenen Bergrücken gedeiht *Pinus sylvestris* mit so nördlichen Arten wie *Ledum palustre*, *Vaccinium uliginosum*, *V. vitis-idaea* (in der myrtillosum-Assoziation sogar *Linnaea borealis* und *Lycopodium annotinum*), und außer den für das Tuwa-Gebiet genannten Arten auch *Rhododendron dahuricum*. Von diesen südlichsten Taiga-Wäldern seien hier 3 Bestandsaufnahmen von VIPPER (1953) aus dem Khentei-Gebirge angeführt (a und b gehören zur hellen Taiga, s. S. 82 ff.):

Khentei-Gebirge in der Mongolei

a) Parkartige Lärchenwälder an der unteren Waldgrenze in Nordexposition, 1500–1700 m NN, auf schwach podsoligen Anlehmen mit anstehendem Gestein in 40–50 cm Tiefe:

Laricetum herbo-graminosum

Obere Baumschicht: Kronenschluß 40 %, Höhe bis 22 m, Ø bis 52 cm, Bonität III, Alter vorwiegend 90 Jahre;

3 *Larix sibirica* (Holzvorrat 137 m³/ha).

Untere Baumschicht: Deckung 10 %, Höhe bis 16 m, Ø bis 28 cm;

1 *Betula platyphylla* (Holzvorrat 5 m³/ha), vorwiegend unter *Larix* wachsend.

Jungwuchs: Sehr reichlich, Höhe 1,5–6 m, Alter vorwiegend 10–25 Jahre;

4 *Larix sibirica*, 1 *Betula platyphylla*.

Strauchschicht: Deckung 60 %;

2 *Spiraea media*, + *S. flexuosa*, 1 *Rosa acicularis*, 1 *Cotoneaster melanocarpa*, + 2 *Salix pentandra*, + *Dasiphora fruticosa*.

Krautschicht: Deckung 80 %, Höhe der oberen bis 1 m, der unteren 30–50 cm;

2 *Agropyrum gmelinii*, 1 *Bromus inermis*, 1 *Poa pra-*

tensis, 1 *Astragalus propinquus*, 1 *Artemisia sericea*, 1 *Fragaria orientalis*, 1 *Anemone crinita*, + *Vicia unijuga*, + *Campanula glomerata*, + *Chrysanthemum sibiricum*, + *Sanguisorba officinalis*, + *Chamaenerium angustifolium*, + *Thalictrum minus*, + *Artemisia tanacetifolia*, + *Phleum phleoides*, + *Delphinium triste*, + *Geranium pseudosibiricum*, + *Linum baicalense*, + *Galium verum*, + *Dracocephalum ruyschiana*, + *Crepis sibirica*, + *Phlomis tuberosa*, + *Achillea millefolium*, 1 *Artemisia dracuncululus*, 1 *Allium schoenoprasum*, 1 *Lilium tenuifolium*.

Bodenschicht: Kaum ausgebildet;

1 *Hylocomium splendens*, 1 *Polytrichum commune*.

Die Krautschicht trägt somit deutlich Wiesensteppencharakter.

b) Lärchenwälder im Khentei-Gebirge an Hängen mit 15–20° Neigung in Nordexposition, 1700–1850 m NN; auf schwach podsoligen, flachgründigen Böden mit einer dichten sauren, 5 cm mächtigen Streuschicht und schon in 20 cm Tiefe anstehendem Muttergestein. Wurzeln gehen bis 50 cm tief.

Laricetum vacciniosum mit viel stehendem und liegendem totem Holz:

Obere Baumschicht: Kronenschluß 80 %, Höhe 20 m, Ø 22 cm, Bonität IV;

5 *Larix sibirica* (vorwiegend 220 Jahre alt), Holzvorrat 352 m³/ha.

Untere Baumschicht: Deckung 10 %, Höhe 9 m, Ø 8 cm;

1 *Pinus sibirica* (Holzvorrat 1 m³/ha).

Jungwuchs: Höhe 1,5–3 m, vorwiegend 15–20 Jahre alt;

5 *Larix sibirica*, 4 *Pinus sibirica*, + *Betula platyphylla*.

Strauchschicht: Deckung 40 %, Höhe 1,5 m;

1 *Spiraea media*, 1,3 *Rhododendron dahuricum*, 1,2 *Ledum palustre*, + *Rosa acicularis*, + *Salix livida*.

Krautschicht: Deckung 80–90 %, Höhe der oberen 50–70 cm und der unteren 20–30 cm;

3 *Vaccinium vitis-idaea*, 2 *Festuca ovina*, 1 *Calamagrostis langsdorffii*, 1 *Galium boreale*, 1 *Fragaria orientalis*, 1 *Orobis vernus*, + *Aegopodium alpestre*, + 2 *Pyrula rotundifolia*, + 2 *Goodyera repens*, + *Sanguisorba officinalis*, + 2 *Saussurea serrata*, + 2 *Aquilegia sibirica*, + 2 *Dracocephalum ruyschiana*, 1 *Geranium pseudosibiricum*, 1 *Campanula glomerata*, 1 *Hieracium umbellatum*.

Bodenschicht: Deckung 80 %, Höhe 4–5 cm;

4 *Hylocomium splendens*, 4 *Pleurozium schreberi*, 1 *Polytrichum commune*, 1 *Dicranum spec.*, 1 *Ptilium crista-castrensis*, + *Mnium cuspidatum*.

Der Unterwuchs zeichnet sich somit durch ein merkwürdiges Gemisch von borealen Arten und Steppenarten aus. Die Wälder entsprechen der lichten Lärchen-Taiga (vgl. S. 82 ff.).

c) Typischer sehr verbreiteter Arvenwald an Nordhängen in 1800–1950 m NN auf flachgründigen feuchten podsoligen Anlehmen:

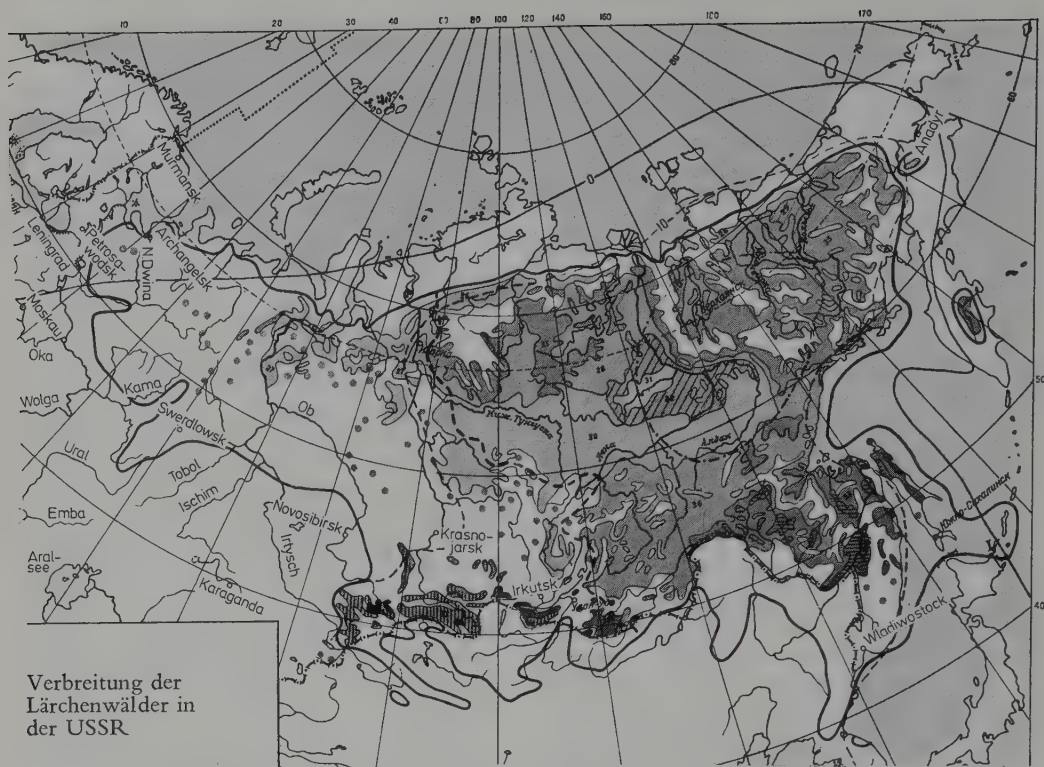


Abb. 79. Kartenausschnitt mit Arealgrenze von *Larix* (dicke Linie) in Nord-Eurasien. Getönte Flächen = Große Lärchenwald-Gebiete (verschiedene Typen), Kreise = Vorkommen auf kleinen Flächen. Grenzlinien der Kontinentalitätsgrade: -o- (geringe), --10-- (mittlere) und ·-·-20-·-· (extreme). Gebiete mit den 10 und 20 Grad entsprechen dem *Larix dahurica*-Areal (aus Descr. Veget. URSS, wie Abb. 76).

Cembretum vacciniosum

Obere Baumschicht: Kronenschluß 60–80 %, Höhe 15 m, Ø 22 cm, Bonität V;

4 *Pinus sibirica*, 1 *Larix sibirica* (Alter 110–140 Jahre, Holzvorrat 236 m³/ha).

Untere Baumschicht: Deckung 10–20 %, Höhe 9 m, Ø 14 cm, viel totes Holz;

1 *Picea obovata*, + *Betula platyphylla* (Holzvorrat 10 m³/ha).

Jungwuchs: 3–4 Tausend Stämmchen pro Hektar; 3 *Pinus sibirica*, andere wenig und schwächlich.

Strauchschicht: Deckung 50–60 %, Höhe nur 1 m; 2 *Ledum palustre*, + 2 *Juniperus sibirica*, + *Rosa acicularis*, + 2 *Lonicera edulis*, + 2 *Spiraea flexuosa* und *S. media*, + 2 *Ribes pauciflora*.

Krautschicht: Deckung 50–60 %, Höhe der oberen 50 cm, der unteren 20 cm;

3 *Vaccinium vitis-idaea*, 1,2 *Linnaea borealis*, + 2 *Pyrola rotundifolia*, + 2 *Bergenia crassifolia*, + 2 *Carex stenocarpa*, 1,2 *Equisetum pratense*, 1 *Vicia unijuga*, + 2 *Orobis vernus*, + *Viola selkirkii*, + *Sanguisorba officinalis*, + *Geranium pseudo-sibiricum*, + *Aconitum excelsum*, + *Festuca rubra*,

+ *Galium boreale*, + *Aegopodium alpestre*, + 2 *Aquilegia sibirica*, + 2 *Majanthemum bifolium*, + 2 *Saussurea serrata*, + *Calamagrostis turczaninowii*, 1 *Polygonum viviparum*, 1 *Lathyrus frolovii*.

Bodenschicht: Deckung 60 %, in leichten Mulden und unter Bäumen;

Pleurozium schreberi, *Polytrichum commune*, *Hylocomium splendens*, *Ptilium crista-castrensis* (keine Mengenangaben).

In höheren Lagen findet man schlechtwüchsige *Pinus sibirica*-Wälder mit einem dichten *Bergenia crassifolia*-Unterwuchs und an der Baumgrenze solche mit *Rhododendron chrysanthum*.

5. Die helle Lärchen-Taiga (Abb. 79)

Östlich vom Jennissej und fast bis an die östliche Meeresküste nimmt die Kontinentalität des Klimas rasch zu. Die Winter werden äußerst

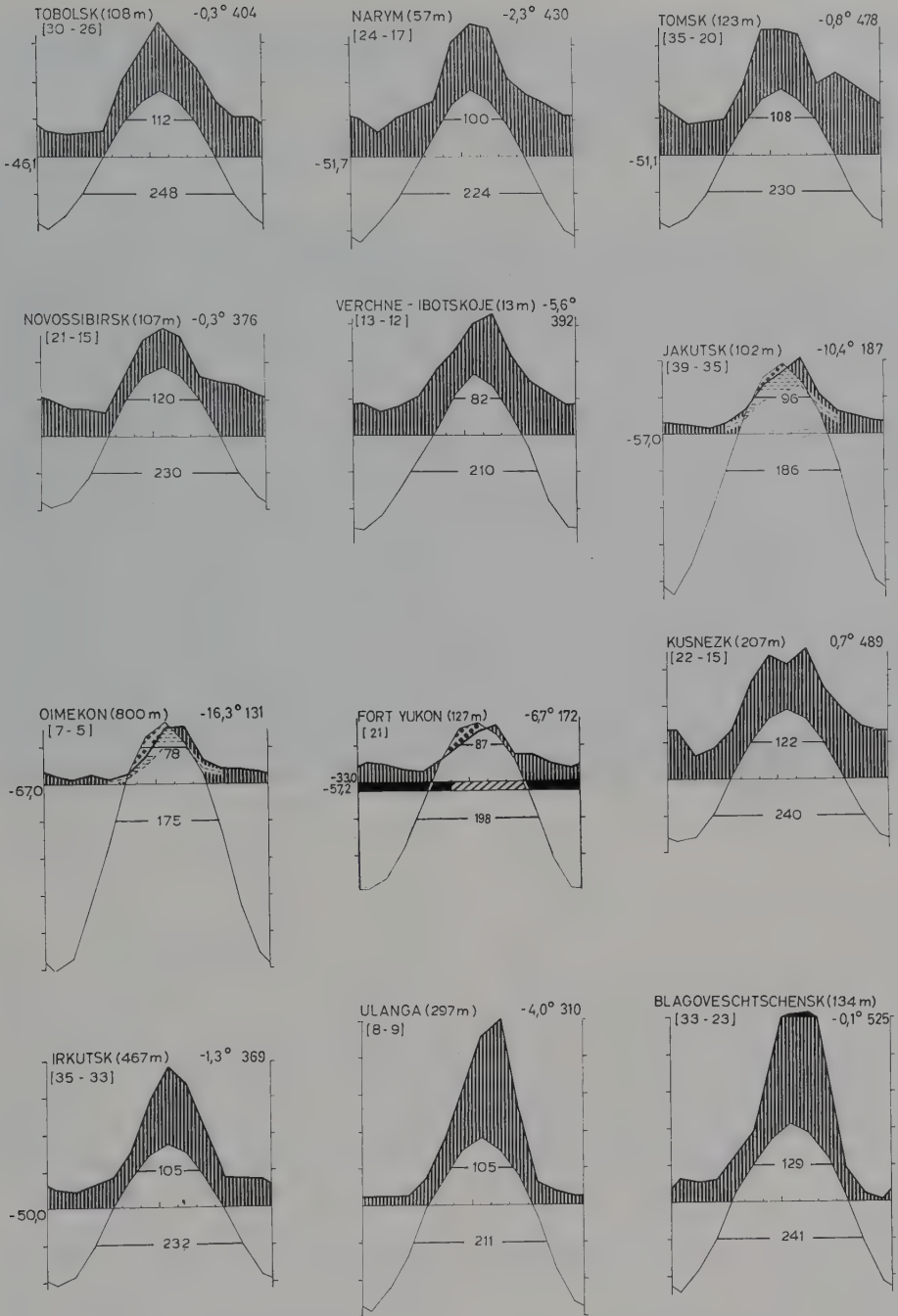


Abb. 80. Klimadiagramme von Stationen in Sibirien. 4 Diagramme aus Westsibirien: Tobolsk und Narym (58–59°N), Tomsk und Novosibirsk (56–55°N); 3 Diagramme aus Ostsibirien, Verchne-Ibotskoje (am Jenissej, 63°N), Jakutsk (an der Lena, 62°), Oimekon (Kältepol, 63°N) und zum Vergleich Fort Yukon (Alaska, auf Polarkreis); außerdem noch Kusnezsk (südl. W-Sib.), Irkutsk (südl. Zentralsib.), Ulanga (E-Sib., 53°), Blagoveschtschensk (am Amur, 50 1/2°N).



Abb. 81. *Larix dahurica*-Wald am Hang im Hintergrund (Tscherski-Gebirge); vorne (links von dem Lärchenbaum) *Betula exilis*-Zwergsträucher mit *Rhododendron parviflorum* (Foto V.N.PAVLOV, Univ. Moskau).

kalt, die Niederschläge sind gering (Abb. 80). Die extremsten Verhältnisse herrschen in Jakutien, dem Raum an der mittleren Lena, an der oberen Jana sowie an der Indigirka. Hier bei Werchojansk (an der Jana) und Oimekon (an der Indigirka) befindet sich der Kältepol der Erde ($t\text{-Minimum} = -70^{\circ}\text{C}$).

In dem Gebiet von Jakutien betragen die Jahresniederschläge nur 150–250 mm; im Sommer tritt eine Dürrezeit auf und die potentielle Verdunstung ist höher als die Niederschläge. Doch wird der Pflanzenwuchs dadurch relativ wenig beeinflusst, weil das fortschreitende Auftauen der ewigen Gefrornis im Boden den Wurzeln im Sommer immer genügend Wasser zur Verfügung stellt.

Das extrem kontinentale ostsibirische Gebiet fällt fast genau mit der Verbreitung von *Larix dahurica* zusammen, während die sibirische Lärche vom Jenissej und dem Baikalsee westwärts bis zum Weißen Meer und der Kama

unter etwas weniger kontinentalen Klimaverhältnissen wächst (Abb. 49).

Von den fast 250 Millionen Hektar Lärchenwäldern des Großraumes VII entfällt der weitest aus größte Teil auf die ostsibirischen *Larix dahurica*-Wälder nördlich vom 49. Breitengrad (Abb. 81). Diese Art steht der nordamerikanischen *Larix laricina* nahe. Sie geht sowohl polwärts wie auch in den ostsibirischen Gebirgen höher hinauf als irgend eine andere Baumart. Nur die niederliegende *Pinus pumila* erreicht noch höhere Lagen. Die *Larix sibirica* reicht dafür im zentralen Teil Südsibiriens und der Mongolei bis zum Steppengebiet. Sie steht systematisch der europäischen Lärche näher. Im Fernen Osten werden von der *L. dahurica* eine Reihe sich anders verhaltender Kleinarten abgetrennt (*L. ochtensis*, *L. olgensis*, *L. lubarskii*), die sich mit Laubhölzern mischen, ebenso wie die ein mehr ozeanisches Klima bevorzugenden *L. kurilensis*, *L. komarovii* und *L. maritima*.

Die Lärchen zeichnen sich durch ihre gegenüber anderen Baumarten geringe Wettbewerbsfähigkeit aus; sie können deshalb unter natürlichen Verhältnissen nur unter extremen Bedingungen vorkommen, d.h. dort, wo eine Konkurrenz anderer Baumarten fehlt. Kultivieren lassen sich die Lärchen dagegen weit außerhalb ihres natürlichen Areals, wobei sie oft besonders gute Wuchsleistungen aufweisen.

Für das Vorkommen der Lärchen im Gebirge ist die sommerliche Lage der kontinentalen polaren Luftschicht maßgebend. Da diese im nördlichen Werchojansk-Kolyma-Gebiet höher hinaufreicht als südlicher im Stanowoj-Gebirge, liegt die obere Lärchengrenze in nördlichen Gebirgen höher als in südlichen, was zunächst merkwürdig erscheint. Im Fernen Osten mit dem ostasiatischen Monsunklima geben die kalten Winter der Lärche ein Übergewicht im Wettbewerb mit den anderen Baumarten.

Unter extremen Bedingungen bildet die Lärche Reinbestände und die Begleitflora im Unterwuchs ist arm. Die Böden sind podsolig (Bleicherden) oder Humus-Podsole mit wenig ausgebildetem Bleichhorizont. Im Vergleich mit den Arten der dunklen Taiga verträgt *Larix sibirica* besser eine leichte Verbrackung, *L. dahurica* dagegen ebenso wie ihre amerikanische Verwandte besser eine Vermoorung. Die sibirische Lärche wächst sogar in Kultur sehr gut auf ausgelaugter Schwarzerde. Auch auf Kalkgestein kommt sie vor. Die lichte Krone der Lärchen läßt viel Licht durch, selbst bei einer großen Dichte von 1000 Stämmen pro ha. Unter bestimmten Bedingungen bilden die Lärchen parkartige Bestände.

Es ist interessant festzustellen, daß in den südlichen sibirischen Gebirgen des Altai-Sajan- und Transbaikal-Gebiets die sibirische Lärche mit der sibirischen Arve subalpine Mischbestände bildet, die sich genau so verhalten wie die Lärchen-Arvenwälder der Zentralalpen (vgl. WAL-

TER 1968, S. 490ff.): Nach Waldbränden oder auf Kahlschlägen kommt zuerst die Lärche auf, die jedoch mit der Zeit durch die Schattenholzart *Pinus sibirica* verdrängt wird.

Bei dem riesigen Verbreitungsareal der Lärchenwälder von N nach S und von W nach E ist die Zahl der verschiedenen Lärchen-Assoziationen sehr groß. Das gilt vor allen Dingen für die *Larix dahurica*-Wälder.

Die günstigen Lichtverhältnisse in diesen Wäldern ermöglichen unter weniger extremen Bedingungen einen dichten Unterwuchs, der mehrschichtig sein kann.

Von Sträuchern kommen *Alnus fruticosa* und *Salix*-Arten häufig vor, im Fernen Osten vor allem *Ledum decumbens*, in Auenwäldern *Padus racemosa*, *Rosa*, *Spiraea*, *Ribes* und *Lonicera*. Auf moorigen Böden treten Zwergbirken, aber auch *Rhododendron parviflorum* (Abb. 81), auf Rohhumus verschiedene Ericaceen-Zwergsträucher auf. An trockenen Standorten ist *Vaccinium vitis-idaea* mit Arten der Kiefernwälder (*Pulsatilla patens*, *Lycopodium anceps*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Carex pediformis*) verbreitet. In den trockensten Gebieten gesellen sich schon Steppenarten (*Festuca jacutica*, *F. lenensis*, *Artemisia laciniata*, *A. latifolia*) hinzu.

Eine Bodenschicht mit Moosen und Flechten ist stets vorhanden, aber sie ist doch weniger dicht als in der dunklen Taiga. Es sind unter den Moosen mehr *Aulacomnium*-Arten, *Rhytidium rugosum* sowie *Ptilidium ciliare* vertreten und auf Lärchen-Hochmooren *Sphagnum lenense*.

Wir bringen einige Beispiele aus diesem extrem kontinentalen Gebiet:.

Taiga NW-Jakutiens:

Diese Großlandschaft liegt auf der sibirischen Hochebene im Anabor-Einzugsgebiet am Polarkreis (LUKITSCHWA 1963 und 1972). Aus den folgenden Angaben gehen die sehr ungünstigen Temperaturverhältnisse hervor:

Tab. 7: Mitteltemperaturen sowie Extreme (Station Schologonzy 1950-1953).

Monate	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Jahr
t°-Mittel	-41,6	-34,1	-25,6	-12,4	0,0	12,1	14,8	10,6	2,6	-10,1	-29,4	-39,0	-12,7
t° abs. Max.	-6	-1	9	11	25	32	34	31	24	15	-2	-6	+34
t° abs. Min.	-64	-64	-55	-50	-32	-9	-5	-7	-20	-40	-57	-64	-64

Die Differenz der absoluten Temperaturen beträgt somit 98°C. Auch die Tagesschwankungen der Temperatur und damit der Luftfeuchtigkeit sind selbst im Hochsommer sehr groß. Die Schneedecke bedeckt den Boden im Mittel vom 23. Nov. bis 22. Mai, d.h. 6 Monate, doch kann sie in einzelnen Jahren schon ab Anfang September liegen bleiben.

Die Jahresniederschläge betragen 247 mm; davon fallen in der warmen Jahreszeit 209 und nur 38 in der kalten, d.h. die Winter sind schneearm.

Der Permafrostboden ist 250–400 m mächtig. Im Sommer tauen mindestens 10–50 cm auf den ebenen Flächen und höchstens 100–150 cm an gut dränierten Hängen und auf Sand- oder Kiesböden auf. Der Permafrostboden hat in diesem trockenen Klima eine große Bedeutung für die Wasserversorgung der Pflanzen, insbesondere der Bäume, die das Schmelzwasser des Bodeneises aufnehmen können. Geologisch spielen die fast horizontal liegenden marinen Kalkgesteine die Hauptrolle, die Eruptivgesteine eine geringere; da letztere jedoch schwer verwittern, erheben sie sich bis 600–700 m NN, während das Kalkplateau nur etwa 400–500 m ü. M. liegt; es ist leicht gewellt, nur die Dolomite heben sich stufenförmig hervor. Der Frost bewirkt das Auftreten von Bulten- und Fleckenböden. Charakteristisch ist in diesem Gebiet an den leichten

Hängen die Ausbildung vieler paralleler Erosions-Dellen (5–20 m breit und 50 cm tief); sie bleiben im Sommer feuchter als die Flächen dazwischen.

Das Gebiet gehört zur zentralsibirischen nördlichen Taiga-Zone zwischen Lena und Jenissej mit *Larix dahurica*-Wäldern. Es sind meist sehr lichte Wälder mit einem Kronenschluß von nur 20–40%. Neben *Larix dahurica* kommt als präglaziales Relikt auch *Picea obovata* vor, nicht nur längs der Flüsse auf gut dränierten, tiefer auf-tauenden sandigen Flußterrassen, sondern auch auf anstehendem Kalkgestein.

Auf Böden, die einer starken Solifluktion unterliegen, wird der Waldbestand noch offener (Kronenschluß 10%), oder Bäume fehlen ganz.

Besonders stark verbreitet sind Lärchen-Wälder mit einer Zwergstrauchschicht (*Vaccinium uliginosum*, *Arctous alpina*, *Dryas crenulata*, seltener *Ledum palustre*) und mit einer dichten Flechtenschicht am Boden (*Cetraria cucullata*, *Cladonia alpestris*, *C. sylvatica*, *C. rangiferina* u. a.). Daneben kommen auch Kleinseggen vor (*Carex sabyensis*, *C. algida*, *C. melanocarpa* und auf Lehm *C. glacialis* u. a.). Von Kräutern sind häufig *Pedicularis labradorica*, *P. amoena*, *P. lapponica*, *Parrya nudicaulis* (Cruc.) u. a.

Die Versumpfung und Vermoorung ist im Gegensatz zu W-Sibirien, wo Moore eine große Rolle spielen, gering, was auch auf die anstehenden durchlässigen Kalkgesteine zurückzuführen ist.

Die wichtigsten Waldgesellschaften sind:

1. Offene Lärchenbestände (Kronenschluß 20–40% oder weniger),
2. Lärchenwälder (Kronenschluß 50–80%),
3. Fichten-Lärchenwälder,
4. Fichtenwälder.

Dazu kommen:

- A. Gebüsche aus *Betula fruticosa* und *B. exilis*,
- B. Natürliche Wiesen mit Gräsern oder Seggen auf Flußalluvionen,
- C. Moore (sehr wenig verbreitet),
- D. Vegetation der offenen felsig-steinigen Böden.

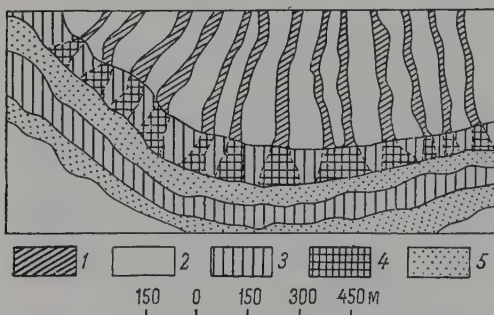


Abb. 82. Verteilung der Waldassoziations an einem Hang mit Dellen, der unten mit einer Geländestufe endet (nach LUKITSCHWA). 1–2 = Offene Lärchenwälder (1 = moosreiche in Dellen, 2 = *Laricetum uliginoso-cladinosum* zwischen diesen), 3 = Lärchenwälder mit *Juniperus* (zwergstrauch- und flechtenreich) am Stufenabfall, 4 = Lärchen-Fichtenwald mit *Juniperus* auf dem ebenen Stufenabsatz, dem Wasser durch die Dellen zugeführt wird. 5 = *Carex* spp.-*Dryas*-Gesellschaft mit Flechten und einzelnen Bäumen auf den Schutthalden am Fuß des Stufenabfalls.

Die **offenen Lärchenbestände** (Redkolesje) sind typisch für die Kalkgesteinsböden; man unterscheidet flechtenreiche Gesellschaften auf den trockenen Wasserscheiden und Hängen und moosreiche in den Dellen (Abb. 82).

Die Baumschicht ist bei allen gleich ausgebildet aus *Larix dahurica* (Höhe 12–15 m, Ø 20–

25 cm) mit absterbenden überalterten Bäumen sowie unterdrückter *Picea obovata* in geringer Menge und in der unteren Baumschicht. In der Strauchschicht findet man meist *Betula exilis*, außerdem *Salix*-Arten und *Dasiphora* (*Potentilla*) *fruticosa*. In der Krautschicht sind meist subarktische Geoelemente verbreitet, während boreale seltener auftreten.

Als Beispiel bringen wir die wichtigste und am weitesten verbreitete Gesellschaft mit den häufigsten Arten:

Laricetum uliginoso-cladinum (18 Bestandesaufnahmen).

Baumschicht: Kronenschluß 40 % (10 *Larix* zu 1 *Picea*)
 Gut entwickelte Bäume: 7–8 m hoch und 85–95 Jahre alt (Ø 12–14 cm), 12 m hoch und 120 Jahre alt (Ø 16 cm), älteste 380-jährige Bäume 12 m hoch (Ø 25 cm).

Strauchschicht: 4 *Salix*-Arten, *Juniperus sibirica*, *Dasiphora* (*Potentilla*) *fruticosa*, *Alnus fruticosa*, *Betula exilis*, *B. middendorffii* (alle + bis 1).

Zwergsträucher: 2–4 *Vaccinium uliginosum*, +–2 *Dryas crenulata*, +–2 *Arctous alpina*, +–1 *Empetrum nigrum*, seltener *Vaccinium vitis-idaea*, *Ledum palustre*, *Salix reticulata*.

Kräuter: (26 Arten) +–2 *Carex melanocarpa*, + *C. sabyensis*, + *Linnaea stelleri*.

Flechten: (9 Arten) 2 *Cetraria cucullata*, 2 *Cladonia alpestris*, 2 *C. sylvatica*, + *C. rangiferina*, + *C. amaurocraea*, + *Cetraria islandica* u. a.

Moose: (12 Arten) + *Tomenthypnum nitens*, + *Hylocomium splendens*, + *Ptilidium ciliare*, + *Aulacomnium acuminatum* u. a.

Auf den Fleckenböden mit starker Bodenbewegung durch Frost ist *Dryas crenulata* mit 2–3 vertreten und die Flechten weniger deckend. In den Dellen sind die Moose durch 19 Arten vertreten und *Tomenthypnum* sowie *Aulacomnium acuminatum* mit 2, *Hylocomium splendens* mit +–2.

Die **eigentlichen Wälder** nehmen etwa $\frac{1}{5}$ der Gesamtfläche ein, auf den für das Wachstum günstigeren Eruptivgesteinen bedeutend mehr. Auf letzteren können die Bäume 14,5 m Höhe bei einem Alter von 156 Jahren erreichen (Ø 18 cm); die Strauchschicht ist besser ausgebildet, es kommen *Betula fruticosa* und *Rosa acicularis* hinzu; die Zwergstrauchschicht ist deckend, wobei alle 4 Ericaceen und *Empetrum* meist die Menge 2 erreichen. Von Kräutern werden 52 Arten angeführt, doch nur in wenigen Assoziationen spielen sie eine größere Rolle. Die Moose (25 Arten) sind auch mengenmäßig stärker vertreten als die Flechten (9 Arten). Es werden 6 Assoziationen unterschieden nach der

Dominanz der Flechten oder Moose, von *Ledum* oder *Vaccinium vitis-idaea*, *Empetrum*, *Betula exilis*, der Erle (*Alnus fruticosa*) oder der Kräuter. Insgesamt werden 37 Bestandsaufnahmen angeführt, die sich floristisch nur wenig unterscheiden.

In den **Lärchen-Fichtenwäldern** ist oft *Juniperus sibirica* in der Strauchschicht stark vertreten, sonst ist die Artenzusammensetzung sehr ähnlich. Diese Wälder findet man auf flachgründigen, gut dränierten Kalkgesteinsböden der ebenen Wasserschiden, während die **reinen Fichtenwälder** an die Flußtäler gebunden sind. In den letzteren ist der Kronenschluß 70–80%, die Fichte (*Picea obovata*) bildet die obere 10–14 m hohe Baumschicht und verzüngt sich gut; die Lärche dagegen ist nur in geringer Menge in der unteren Baumschicht vertreten.

Die Strauchschicht besteht aus: 2 *Juniperus sibirica* und + *Betula fruticosa*; die Zwergstrauchschicht mit *Vaccinium uliginosum* und *Arctous alpina* ist schwach ausgebildet; von Kräutern werden angegeben: 2 *Linnaea stelleri*, +–2 *Arctagrostis latifolia*, +–2 *Trollius sibiricus*, +–2 *Pulsatilla multifida*, + *Thalictrum alpinum*, + *Libanotis condensata*, +–1 *Festuca supina*, + *Patrinia sibirica* (Valer.). Die Moose decken 60–70 %, wobei *Thuidium abietinum* vorherrscht.

Die Verteilung der Waldgesellschaften je nach dem Relief zeigt Abb. 83. Die **Gebüschespielen** in der Flußau oder am Terrassenhang keine große Rolle, nur *Betula exilis* ist auf dem Talboden kleiner Flüßchen, wo sie zeitweise überschwemmt wird, oft weit verbreitet. Interessant ist das Vorkommen von Wiesen in diesem Gebiet, in dem von Eingriffen des Menschen nicht gesprochen wird (Brandflächen wurden untersucht, aber Schlagflächen fehlen). Es scheint ein praktisch unbesiedeltes Gebiet zu sein. Wir müssen somit die *Wiesen als natürliche Gesellschaften selbst innerhalb der Waldzone betrachten*. Sie nehmen auf den sandigen Flußalluvionen nur kleine Flächen ein und sind ziemlich instabil, da die Flüsse häufig ihr Bett verlegen. Verbreiteter sind sie auf anderen Böden:

Auf sandig-schlammigen Ablagerungen findet man Graswiesen mit *Roegneria* (*Agropyrum*) *borealis*, *Asperella sibirica*, *Trisetum spicatum* und vereinzelt *Bromus sibiricus*. Die Deckung erreicht 80%.

Auf etwas höherem Niveau, auf mehr kiesigen Böden bei einem tieferen Grundwasserstand wachsen krautreiche Wiesen, die im Frühsommer in Blüte stehen.

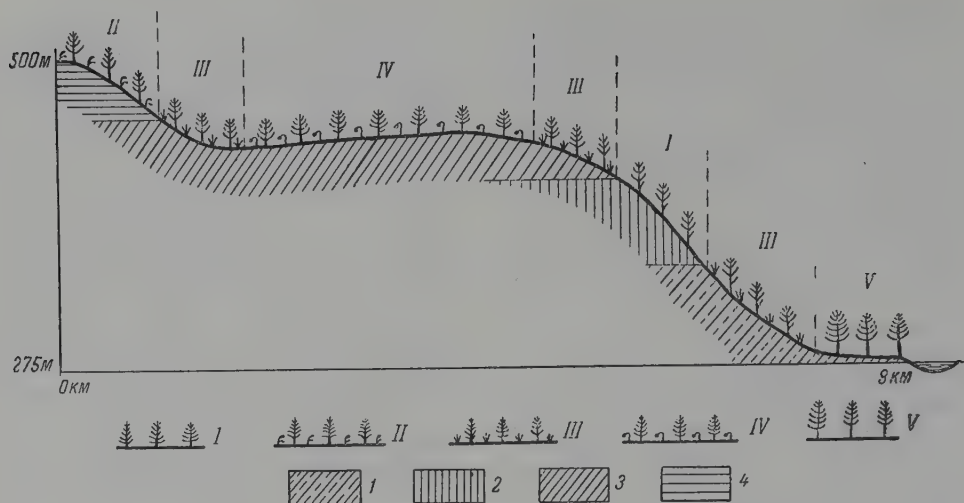


Abb. 83. Vegetationsprofil von der Wasserscheide bis ins Flußtal (nach LUKITSCHWA). Offene Lärchenwälder = *Laricetum*: I = *L. parvicariceto-dryado-cladinosum*, II = *L. uliginoso-cladinosum*, III = *L. uliginosum* (moos- und flechtenreich), IV = *L. ledosum* (moos- und flechtenreich). Geschlossene Lärchenwälder = *Laricetum*: V = mit *Betula exilis* oder moosreiche mit *Ledum* zusammen mit Carices-Hypnaceen-Mooren.

Geologischer Untergrund: 1 = bituminöse bunte Schichten, 2 = kalkreiche Dolomite, 3 = kalkhaltiger Sandstein, 4 = Dolomite. Höhenangaben in m ü. NN, Breite des Profils 9 km.

Bezeichnend sind folgende Arten: *Trollius sibiricus*, *Anemone ochotensis*, *Pulsatilla multifida*, *Galium boreale*, *G. uliginosum*, *Libanotis condensata*, *Linum komarovii*, *Aster alpinus*, *A. sibiricus*, *Sanguisorba officinalis*, *Zygadenus sibiricus*, *Polygonum viviparum*, *Silene repens*, *Stellaria peduncularis*, *Thalictrum alpinum*, *Potentilla stipularis*, *Hedysarum dasycarpum*, *Phlox sibirica*, *Primula gigantea*. Dazu kommen eine Reihe von *Carex*- und *Kobresia*-Arten. Die Gräser entwickeln sich in der zweiten Sommerhälfte: dominant ist *Ptilagrostis mongolica*, zerstreut *Festuca supina*, *Bromus sibiricus*, *Limnas stelleri*, *Poa alpigena* u.a.; Zwergsträucher wachsen nur auf kleinen Erhebungen (*Vaccinium uliginosum*, *Arctous*, *Dryas*). Vereinzelt trifft man *Salix*- und *Betula*-Sträucher.

Auf noch höherem Niveau treten die Kräuter wieder zurück und die Zwergsträucher werden etwas häufiger. Auf tonigen Böden macht sich die Tendenz zur Versumpfung bemerkbar: die Gräser und Seggen decken 50–60%, die Moose der eutrophen Gruppe 50–70%.

Auf die **Moore** entfallen nur 5–10% der Gesamtfläche. Man findet kleine Komplexe auf den ebenen Wasserscheiden oder auf den Terrassen toter Flußarme. Die Carices-Hypnaceen-Moore überwiegen.

Auf die offene **Vegetation der Schutthänge** soll nicht näher eingegangen werden.

Man findet auf ihnen Arten, die bereits genannt wurden, doch kommen einige weitere hinzu, wie *Eriophorum* und *Trichophorum*, *Tofieldia nutans* und *T. palustris*, *Thalictrum alpinum*, *Parnassia palustris*, *Androsace bungeana*, *Gentiana barbata*, *Pinguicula alpina*, *Minuartia stricta*, *Gymnadenia conopsea*, *Selaginella selaginoides* u.a.

Die Abb. 84 zeigt die Vegetationsgliederung in einer Flußbaue.

Lärchenwälder sind sehr häufig Waldbränden ausgesetzt, wobei die Lärche durch diese begünstigt wird, ebenso wie *Ledum*. Auf Brandflächen breitet sich leicht *Vaccinium vitis-idaea* aus, in anderen Fällen *Calamagrostis langsdorffii* oder *C. arundinacea*, *Chamaenerium angustifolium*, *Artemisia latifolia* oder *Carex*-Arten, in Zentral-Jakutien auch die paläarktische Grasart *Limnas (Colpodium) stelleri*. Wenn durch den Brand eine Versumpfung des Geländes eingeleitet wird, dann begünstigt sie die Zwergbirken. Sehr rasch stellen sich auf den Brandflächen *Polytrichum commune* und *P. piliferum* ein.



Abb. 84. Vegetationskarte einer Flußau und eines anschließenden Höhenzuges (nach LUKITSHEVA). Vegetation der Aue: 1 = Kiesbänke mit wenigen Pflanzen, 2 = Wiesen, 3 = Fichten-Lärchenwald, 4 = moosreiche Lärchenwälder mit *Ledum* und *Betula exilis* auf der unteren und oberen Terrasse, 5 = moosreicher Zwergbirken-Lärchenwald in einem Bachtälchen, 6 = Moore (Carices-Hypnaceen, dasselbe mit Zwergbirken oder flechtenreiche *Sphagnum*-Moore). Vegetation über der Aue: Offene Lärchenwälder, wie 7 = *Laricetum ledosum* (auf ebenen Wasserscheiden), 8 = *L. uliginosum* (auf flachen Hängen), 9 = *L. dryado-lichenosum* (an Steilhängen); 10 = Lärchenwald (*Laricetum uliginoso-ledosum* oder *vaccinosum*) mit Erlen oder Zwergbirken auf den Hangstufen, 11 = ähnlich aber mit *Betula middendorffii* auf dem Plateau, 12 = Schutthalde mit *Dryas* und Carices, 13 = Carices-Hypnaceen-Moore in Karstrichtern, 14 = Abgrenzung der geologischen Schichten: I = bituminöser Horizont, II = bunter Horizont, III = kalkreicher Dolomit, IV = Dolomit, V = kalkreicher Sandstein (vgl. Abb. 83).

Vegetationsverhältnisse in Zentral-Jakutien:

Besonders erwähnenswert ist das bereits genannte (S. 84) boreale Trockengebiet von Jakutien an der Lena und deren Nebenflüssen Wiljui und Aldan bis nach Werchojansk und Oimekon (= Oimjakon). Der Jahresniederschlag (150–200 mm) weist ein Sommermaximum auf. Trotzdem zeigen die Klimadiagramme im Hochsommer eine Dürrezeit von etwa 2 Monaten an (Abb. 80). Die Julitempera-

tur erreicht fast 20°C. Wenn die Vegetation trotzdem im wesentlichen aus *Larix dahurica*-*Pinus sylvestris*-Wäldern besteht, so ist es, wie wir erwähnten, auf das Auftauen der ewigen Gefrornis im Boden zurückzuführen. Aber der Wasserbilanz nach ist das Klima schon semiarid, was durch das Auftreten von Salzböden mit *Atriplex litoralis*, *Salicornia europaea* und *Spergularia marina* angezeigt wird. ALECHIN erwähnt waldfreie Stellen mit *Koeleria gracilis* und *Stipa attenuata*. JÄGER (1968) gibt die Ozeanitäts/Kontinentalitätsstufe VII bis VIII an; die letztere

entspricht den trockenen Kasachstan-Steppen.

In den Steppenwäldern auf Solodböden mit einem Aufbrausungshorizont in 20–40 cm Tiefe kommen Arten vor wie *Artemisia laciniata*, *Lathyrus humilis*, *Vicia amoena*, *Pulsatilla multifida*, *Geranium jakutense*, *Pyrola incarnata*, aber auch *Spiraea media*.

Im Wiljui-Aldan-Gebiet findet man nach STSCHERBAKOV (1962) oft folgendes sehr schwach ausgebildetes Relief: 1. Abflußlose oder halbabflußlose alluviale Senken (frühere Seen), deren tiefste Stellen durch Restseen eingenommen werden – das sind die «Alassy», 2. eine wenig erhöhte Ebene, in welche die Alassy eingesenkt sind, und 3. durch Erosion entstandene Täler, die z.T. die Alassy verbinden. Die erhöhte Ebene wird durch krautreiche oder zwergstrauchreiche Lärchenwäldchen auf Solodböden eingenommen; doch findet man inmitten dieser baumfreie Stellen – Tscharany – mit solonzierten Böden und einer Steppenwiesen-Vegetation.

Wir nennen folgende Arten: *Agrostis trinii*, *Koeleria gracilis*, *Poa botryoides* mit *Senecio integrifolius*, dem Edelweiß *Leontopodium sibiricum*, *Campanula glomerata*, *Crepis tectorum*, *Artemisia commutata*, *Galium verum*, *Veronica incana*, *Plantago canescens* u. a. Auf etwas niedrigeren Stellen wachsen *Bromus sibiricus*, *Clinelymus sibiricus* und *Roegneria (Agropyrum) borealis*, *R. turczaninowii*, *R. macroura* zusammen mit viel *Artemisia tanacetifolia* und *A. dracunculus*. Diese waldfreien Stellen werden von Birken umgeben (wie im Waldsteppengebiet Südsibiriens, vgl. S. 218 und 239).

Die Pflanzendecke der Alassy und der sie verbindenden Täler wechselt sehr und hängt ganz von der Verbrackung der Böden ab. Es sind Humus-Karbonatböden, stellenweise Solontschack- oder torfglei-solontschakartige, an erhöhten Stellen solonzierte Schwarzerden mit typischen eingestreuten Solonezböden. An den Seeufern findet man *Scolochloa festuacea* oft mit *Beckmannia syzigachne*, *Phragmites communis*, *Heleocharis euunglumis*, *Cicuta virosa* und *Carex*-Arten; stellenweise wächst *Scirpus tabernaemontani*. Nasse Salzböden sind durch *Puccinellia tenuiflora* und *Hordeum brevisubulatum* gekennzeichnet.

Höhenstufenfolge der ostsibirischen Gebirge:

Die Lärchenwälder spielen im ganzen ostsibirischen Raum eine große Rolle. Der Unterwuchs ist je nach der Höhenlage verschieden.

In Kältetälern mit Temperaturinversion und an der oberen Waldgrenze erinnert die Begleitflora an die Tundravegetation. Sehr charakteristisch ist jedoch im Osten das Auftreten von *Pinus pumila*, die 1–1,5 m hoch wird, aber meist eine Deckung von 40–60% hat, so daß noch viel Platz verbleibt.

Man findet die Moose *Polytrichum piliferum*, *Dicranum congestum* u. a., vor allem auch Flechten, wie *Cladonia alpestris*, *C. rangiferina*, *C. sylvatica*, *Cetraria islandica*, *Stereocaulon paschale* u. a., aber auch Zwergsträucher (*Vaccinium vitis-idaea*, *Arctous alpina*, *Empetrum nigrum*, *Ledum decumbens*, *Cassiope ericoides*, *C. tetragona*, *Loiseleuria procumbens*) sowie Kräuter wie *Hierochloë alpina*, *Carex rigidioides*, die Umbellifere *Cnidium ajanense* u. a..

In den ostsibirischen Gebirgen hängt die Höhenstufenfolge von den lokalen Klimaverhältnissen, der Exposition, aber auch vom Gestein ab. Entsprechende Untersuchungen wurden in verschiedenen Gebieten durchgeführt, z.B. im Stanowoi-Gebirge, im Ost-Sajan-Gebirge u. a.

KUVAJEV (1956) untersuchte die Vegetation des östlichen oberen Jana-Gebiets, das sich von Chandyga am unteren Aldan (rechter Nebenfluß der Lena) nach Osten über die Wasserscheide auf dem Werchojansker Gebirgsrücken bis zu dem Einzugsgebiet der Indigirka in Richtung zum Kältepol Oimekon erstreckt und etwa 400–500 km nördlich vom Ochotsker Meer liegt. Klimatisch macht sich der Einfluß des Meeres wenig bemerkbar; das Klima ist kontinental, doch erhält das Gebirge etwa 2 ½ mal so viel Regen als Oimekon. Infolge der Höhenlage ist die Vegetationszeit nur 3 Monate.

Eine pleistozäne Vergletscherung ist in diesem Gebiet nicht nachzuweisen. Deshalb sind in der Flora neben den vorherrschenden arktisch-alpinen Geoelementen auch ostasiatisch-amerikanische erhalten geblieben: *Chosenia macrolepis*, *Salix berberidifolia*, *S. pulchra*, *Populus suaveolens*, *Rheum compactum*, *Rhododendron* spp., *Claytonia acutifolia*, *Arctous erythrocara*.

Pinus sylvestris und *Picea obovata* haben hier die letzten wenigen östlichsten Fundorte. Auch die Birken sind in diesem unbesiedelten Gebiet selten. *Larix dahurica* bleibt als einzige Baumart nach, während *Pinus pumila* das sehr verbreitete Krummholz bildet, in dem auch *Alnus fruticosa* häufig ist.

Folgende Höhenstufen werden unterschieden (ohne Höhenangaben):



Abb. 85. Lärchenwaldstufe (*Larix dahurica* s.l.) im Tscherski-Gebirge (800 m NN), NE-Jakutien. Sehr offene Baumbestände, im Vordergrund Polygonböden mit *Betula exilis*-*Rhododendron parviflorum*-Tundra. Im Hintergrunde Golez-Gipfel Ulačantschistai (Foto V. N. PAVLOV, Univ. Moskau).

1. Auenwälder am Aldan-Fluß aus *Populus suaveolens* und *Chosenia* mit *Castilleja* und *Tofieldia*, sowie *Leucanthemum sibiricum*, *Dracocephalum grandiflorum* u. a. oder solche mit *Calamagrostis langsdorffii* und *Dryas grandis*, *Aster alpinus*, *Hedysarum obscurum*, *Chamaenerium latifolium*, *Pyrola rotundifolia*, *Melilotus albus*.
2. Ältere Auen aus *Larix dahurica* (Höhe 9 m, Kronenschluß 50 %) mit *Alnus*. Diese Wälder leiten zu den nächsten über.
3. Lariceta der unteren Hanglagen (Kronenschluß 30 %) mit einem Unterwuchs aus *Pinus pumila*, *Ledum palustre* (moos- und flechtenreich) oder mit *Betula exilis* und *Vaccinium vitis-idaea*.
4. Gebirgswaldtundra (die größte Fläche einnehmend) aus lichten Lärchenwäldern (Höhe 7 m, Kronenschluß 20 %) mit demselben Unterwuchs, aber einer Bodenschicht aus Flechten (Cladonien, Cetrarien) mit einer Deckung bis 90 %.
5. *Pinus pumila*-Krummholz mit wenigen Lärchen bis zur Baumgrenze.
6. Gebirgstundra: a) aus Zwergbirken (*Betula exilis*), moosreich mit *Vaccinium vitis-idaea* oder mit *Ledum palustre* + *Empetrum nigrum* und wenig Moosen an trockenen Standorten; b) krautreich aus *Salix berberidifolia*, *Dryas punctata*, *Hedysarum obscurum*, *Oxytropis strobilacea* sowie Flechten und Moosen; c) *Kobresia*-Rasen an nassen Stellen mit *Dicranum elongatum* (weniger verbreitet).
7. Steinige, kalte Gebirgswüsten mit *Rhizocarpum*

geographicum und anderen Krustenflechten sowie eingestreuten Wiesen bei guter Befeuchtung durch Schnee aus *Dryas*, *Astragalus alpinus*, *Poa arctica*, *Carex glacialis*, *Hedysarum*, *Nardosmia saxatilis*, *Pedicularis lanata*, *Myosotis alpestris*, *Salix* spp. und noch 11 anderen Arten sowie Moosen und Flechten.

Ähnliche Verhältnisse findet man im Tscherski-Gebirge im Einzugsgebiet der Indigirka, wie es die Abb. 85 und 86 zeigen.

Vegetationsverhältnisse am Baikalsee:

Viele Untersuchungen liegen für die Gebirge um den Baikalsee vor; einige neuere Arbeiten, die auf die früheren Bezugnehmen, sollen hier besprochen werden.

Der Baikalsee liegt in einem Grabenbruch fast genau im Zentrum Asiens. Seine Länge beträgt 636 km, was der Entfernung zwischen Moskau und Leningrad gleichkommt; die größte Breite ist 79,5 km. Die Tiefe des Sees erreicht 1620 m, wobei die Seeoberfläche sich 455 m über dem Meere und die tiefste Stelle 1165 m unter dem Meeresspiegel befindet. Die Wasseroberfläche entspricht 31 500 km², der Inhalt 23 000 km³. Der Wassermenge nach steht der Baikalsee an zweiter Stelle nach dem Kaspischen Meer, das aber Salzwasser enthält. Von den Süß-



Abb. 86. Obere Grenze der *Larix dahurica* im Tscherski-Gebirge (1700 m NN), NE-Jakutien. Im Vordergrunde niederliegende *Larix*-Krüppelform, gleich dahinter und im Hintergrunde niedrige Bestände von *Pinus pumila* (Foto V.N. PAVLOV, Univ. Moskau).

wasserseen enthält der Baikalsee die größte Wassermenge. Sie entspricht einem Fünftel der gesamten Oberflächen-Süßwasser-Menge der Erde (Angaben nach «Atlas des Baikals», Irkutsk–Moskau 1969).

Der Grabenbruch stammt aus dem Neogen, doch setzt sich die Senkung auch in der Gegenwart fort, was durch die häufigen Erdbeben bewiesen wird. Die Bucht «Prowal» hat sich nach dem Erdbeben von 1862 gebildet.

Der See besteht aus drei Becken: Das tiefste mit 1620 m ist das mittlere, das flachste hat eine größte Tiefe von 889 m; die mittlere Tiefe des Sees beträgt 755 m.

Der Grabenbruch ist asymmetrisch: Die westliche Seite ist sehr steil (Abb. 87 und 88), die östliche flacher mit einem Schelf und canyonartigen Unterwassertälern.

Im See findet man 600 pflanzliche und 1200 tierische Arten. Genetisch sind es paläarktische Elemente und sehr viele Endemiten (35 % der Pflanzenarten und 60 % der tierischen). Unter den Pflanzen herrschen die Diatomeen und Peridineen vor; grüne

Algen findet man längs dem Ufer bis zu einer Tiefe von 15 m. Angiospermen wachsen nur in den Buchten. Von den Tieren sei auf das Vorkommen des Seehundes (*Phoca sibirica*, aff. *Phoca caspica*) hingewiesen.

Das Klima um den Baikalsee ist extrem boreal, aber es grenzt an ein Waldsteppenklimate, so daß in günstiger Expositionslage lokal Steppengesellschaften innerhalb der Waldhöhenstufen auftreten. Im Winter wird die Witterung vom sibirischen Hoch beherrscht, im Sommer führen westliche Strömungen feuchtere Luft heran. Da der Baikalsee in einem tiefen Graben mit steilen Gebirgshängen liegt, erhalten die Osthänge des Westufers im Windschatten weniger Niederschläge (nur 200–400 mm) als die nach Westen gerichteten Hänge auf der östlichen Seeseite (700–900 mm).

Außerdem ist das Baikalgelände auf der Westseite des Sees aus kalkhaltigen Gesteinen aufgebaut, wodurch die Trockenheit noch weiter er-

höht wird, während der Bargusinsche Rücken auf der Ostseite aus Granit besteht, so daß die Böden eine saure Reaktion aufweisen.

Die Vegetationsverhältnisse auf den zum See abfallenden Hängen dieser beiden Gebirge wurden von TJULINA (1967) untersucht (Abb. 89):

A. Die Vegetation des Baikargebirges zwischen Kap Rytyi und Kap Pokojniki (Abb. 89, links).

Über dem Strandwall (I) folgt eine flache Uferzone mit einzeln stehenden *Larix sibirica* und einer ihr nahestehenden Form (*L. czekanowskii*) mit flaumig behaarten Zapfenschuppen; die Bäume sind auffallend windgeschert mit zum See gerichteten Fahnen, was auf starke Fallwinde aus NW zurückzuführen ist. Dort, wo durch Flüsse Schuttkegel in dem See abgelagert wurden (II), sind diese von einer steppenartigen Vegetation mit zerstreuten Lärchen bedeckt, wobei die letzteren eine halbniederliegende Form aufweisen. Die großen am Fuß von Steilwänden ausgebildeten Schuttfächer (III) tragen ebenfalls lichte Lärchenbestände mit einer krautreichen Pflanzendecke und dem Moos *Rhytidium rugosum* oder es entwickelt sich auf podsolierten Böden ein *Rhododendron*-Unterwuchs.



Abb. 87. Steilufer auf der NW-Seite des Baikalsees mit Lärchen (Foto OLSCHOWY).



Abb. 88. Blick über den Baikalsee zum Ausfluß der Angara mit Hydrobiologischer Station am Seeufer (Foto OLSCHOWY). Sträucher im Vordergrund: *Padus racemosa*, *Sorbus sibirica*, *Lonicera coerulea*, *Alnus fruticosa*, *Spiraea salicifolia*, *Rosa acicularis*, *Ribes rubrum* und *Rhododendron dahuricum*, dazu als Kräuter *Aquilegia*, *Aconitum*, *Geranium*, *Heracleum*, *Artemisia* u. a. Baumvegetation: *Larix sibirica* s. l., *Pinus sylvestris*, *P. sibirica*, *Betula* u. a.

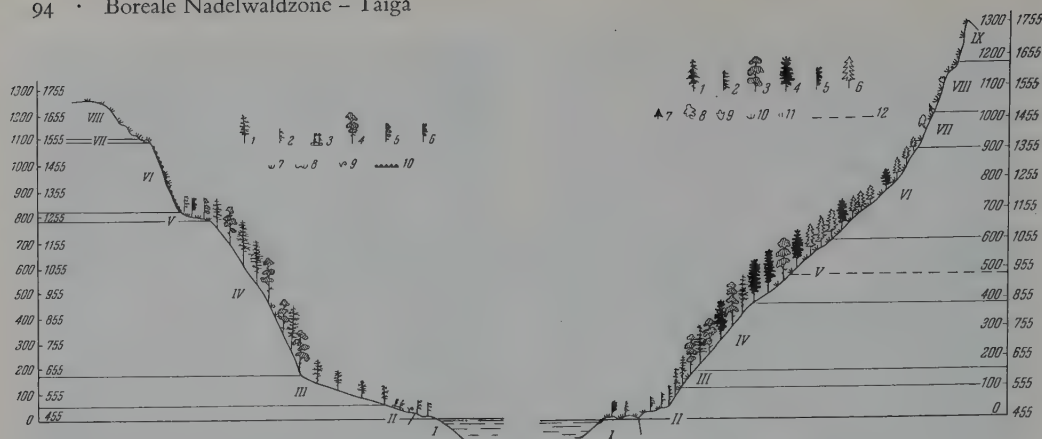


Abb. 89. Höhenstufen an den Ufern des Baikalsees (nach TJULINA). Links = Westseite in trockener Ostexposition: 1 = Lärche, 2 = Lärche windgeschert, 3 = Lärche als Krummholz, 4 = Kiefer, 5 = Kiefer windgeschert, 6 = einzelne Arven windgeschert, 7 = *Pinus pumila*-Krummholz, 8 = dasselbe im Luv abgestorben, 9 = Steppenvegetation, 10 = Steinschutt. I–VIII s. Erläuterungen im Text.

Rechts am humideren Ostufer (Westexposition): 1 = Lärche, 2 = Lärchen windgeschert, 3 = Kiefer, 4 = Arve, 5 = Arve windgeschert, 6 = Tanne, 7 = Tanne als Krummholz, 8 = Birkenbäumchen, 9 = niedrige *Betula middendorffii*, 10 = *Pinus pumila*, 11 = Wiesen an Steilhängen, 12 = obere Grenze der Kiefer (*Pinus sylvestris*). I–IX s. Erläuterungen im Text.

Die Berge fallen vom Golez-Plateau (Gebirgstundra) sehr steil zum See ab. Die gewölbten Hangteile tragen Steppeninseln, in den Talrinnen dagegen entwickeln sich Lärchen- und Kiefernwald-Zungen (IV). Höher am Hang (V) bei einer Neigung von 12–15° wachsen Lärchen V. Bonität (Kronenschluß 60–70%), stellenweise mit *Pinus sibirica* und einem Unterwuchs aus *Vaccinium vitis-idaea*, *V. uliginosum*, *Ledum palustre*, aber auch *Bergenia crassifolia*. *Rhododendron aureum* und *Rh. dahuricum* kommen ebenfalls vor.

Die Podgolez-Stufe (VI) wird durch Krummholz aus *Pinus pumila* und *Betula middendorffii* gebildet, wobei *Pinus pumila* auf flachen Schultern ebenfalls sehr deutliche Windwirkung aufweist (VII). An der obersten Hangkante ist dieses Krummholz mit Flechtenunterwuchs (*Alectoria*) sehr licht (VIII).

Auf der ziemlich ebenen Hochgebirgsfläche mit dem breiten trogförmigen Lena-Tal zieht sich der eintönige lichte Lärchenwald über viele Kilometer hin. Der Boden ist dicht mit Zwergbirken (*Betula rotundifolia*) und Flechten bewachsen. Steinige Erhebungen sind mit flechtenreichen (*Cladonia alpestris*) Krummholz (*Pinus pumila*)-Beständen bedeckt; nur die höchsten windexponierten Höhen weisen eine *Alectoria*-Flechtendecke auf.

Um kleine Moränenseen herum wachsen Matten mit *Dracocephalum altajense*, *Bupleurum triradiatum*, *Geranium albiflorum* u. a. auf humusreichen Gebirgsrasenböden, die stellenweise mit HCl aufbrausen.

Dort, wo das Kalkgestein direkt ansteht, treten in der Podgolezstufe arktisch-alpine Goelemente auf: Vorherrschend *Dryas punctata*, dazu *Carex ensifolia*, *C. glacialis*, *Lloydia serotina*, *Arctous alpina*, *Tofieldia cernua*, *Patrinia sibirica*, *Hedysarum obscurum*, *Rhododendron fragrans*, *Salix cuneata* u. a.

Die obere Waldgrenze liegt in diesem Gebiet um 1250 m NN (954–1600). Auch sie ist der starken Windwirkung ausgesetzt, ebenso wie das Krummholz.

B. Besonderheiten der Höhenstufen des Bargusinischen Gebirgsrückens im Gebiet der Sosnowka-Bucht (Abb. 89, rechts).

Diese Bucht, über der das Gebirge gleich auf 2000 m NN ansteigt, ist der feuchteste Teil des Ostufers. Die Winde kommen hier von der See- seite, was durch die Windverformung der Bäume mit landwärts gerichteten Fahnen angezeigt wird. Auffallend ist das Vorkommen von *Pinus pumila* mit subalpinen Birken auf den Strandwällen (I), so daß eine Pseudopodgolez-Stufe vorgetäuscht wird. Das hängt mit den besonders tiefen Temperaturen gerade in diesem Uferbereich zusammen. Da der Baikalsee im Winter zufriert und im Frühjahr spät auftaut, auch

Temperaturinversion im Kaltluftsee herrscht, wobei die Sommer in Seenähe ebenfalls kühler sind, wurde für die Sosnowka-Bucht das tiefste Jahresmittel mit $-4,5^{\circ}\text{C}$ am Seeufer registriert; auch das Januar- und Februarmittel mit -23° ist besonders niedrig.

Noch bis zu einer Höhe von 100 m über dem See (II) werden diese ungünstigen Verhältnisse durch lichte Lärchen-Baumbestände und *Pinus pumila* mit Moos-Flechten-Unterwuchs angezeigt. Nach einer Übergangsstufe (III), in der die Kiefer dazukommt, beginnt eine Arven-Kiefernwaldstufe (IV) von Typ *myrtillosum* oder *vaccinosum*, bzw. Arvenwald mit *Bergenia*.

400 m über dem Baikalsee fängt die eigentliche dunkle Taiga-Stufe an, in der im unteren Teil (V) die Arve (*Pinus sibirica*), im oberen die Tanne (*Abies sibirica*) überwiegen (VI).

Die felsigen Hänge (VII) darüber sind mit *Pinus pumila*- und *Abies*-Krummholz bedeckt, das an Steilhängen (VIII-IX) sehr licht ist.

In das Hochland landeinwärts ist das Trogtal der Schumilicha eingeschnitten, auf dessen Talboden subalpine parkartige Bestände aus Tannen und Birken mit einem krautigen Unterwuchs stehen. Über der Waldgrenze bis über 2000 m NN herrschen Gebüsche von *Pinus pumila*, *Betula middendorffii* und *Rhododendron aureum* vor, in die Wiesen sowie Zwergbirken-Bestände eingestreut sind. Der Oberlauf des Flusses mit Gletschern und Karen sowie über 2500 m NN hinaufragenden Gipfeln – die Bargusinschen Alpen – ist eine besonders eindrucksvolle Landschaft. Auf einem Sattel 30 km vom Baikal entfernt wurden alpine Matten auf Kalkgestein mit *Dryas punctata*, *Kobresia bellardii*, *Avenastrum mongolicum*, *Trisetum spicatum*, *Smelovskia alba* u.a. gefunden, die tiefer nicht vorkommen.

Diese Höhenstufenfolge, bei der Steppenfragmente ganz fehlen, entspricht den humiden Baikal-Klimabedingungen. Sobald das Klima in Baikalaum kontinentaler wird, kommt gleich die Lärche zur Vorherrschaft.

Bedeutend trockener ist das von LUKITSHEVA (1972) beschriebene Gebiet, das wieder am Osthang, also auf der Westseite des Baikalsees liegt und zum 1691 m NN hohen Baikargebirge gehört, aber verschiedene Gesteine aufweist. Die Verfasserin hatte sich zur Aufgabe gestellt, die Abhängigkeit der Pflanzendecke von der Gesteinsunterlage zu studieren. Es handelt sich um den Abschnitt zwischen den Flüssen Rytai und Schartai. Die Steilheit der Hänge hat zur Folge,

daß es keine Eu-Klimatope auf ebenen Flächen gibt und daß die Böden Rohböden sind, deren Eigenschaften von den anstehenden Gesteinen abhängen. Es handelt sich um Sandsteine und verschiedene schieferige, z.T. karbonathaltige Schichten, die stark gefaltet sind und zusammen mit Granitintrusionen und einigen eiszeitlichen Ablagerungen geologisch ein sehr buntes Bild ergeben. Nur im Bereich der Gebirgstundra findet man auf anstehendem Sandstein ein ausgeglichenes Relief. Große Schuttkegel am Ende von steilen Tälern bilden Vorsprünge in den See.

Die Höhenstufenfolge besteht aus einer Waldstufe mit Kiefern- sowie Lärchenwäldern und eingestreuten Steppenhängen, aus der unteren Gebirgstundra-Stufe mit offenen Lärchen-Baumfluren, Krummholz aus *Pinus pumila* sowie kleinen Gebirgssteppen-Flecken und aus einer Gebirgstundra-Stufe mit einer Zwergstrauch-Flechtentundra, einigen Rasenflächen und nackten Felsenmeeren.

Die Steppen sind in diesem Gebirge als extrazonale Inseln zu betrachten, die an Südhängen oder auf trockenen flachgründigen Steilhängen, bzw. in Kesseln mit lokal besonders geringen Niederschlägen (162–195 mm) vorkommen. Auch auf wasserdurchlässigen Kalkgesteinen findet man Steppenarten, oft mit Waldwiesenarten vergesellschaftet. Ob es sich um xerotherme Reliktstandorte handelt, läßt sich nicht mit Sicherheit sagen. Mit zunehmender Höhe nimmt die Versteppung ab, aber auf Karbonatböden treten immer noch Steppenarten auf.

Die Steppenflora steht floristisch der dahuro-mongolischen nahe. Aufbauende Arten (Determinanten) sind *Festuca lenensis*, *Poa botryoides*, *Agropyrum cristatum*, *Helictotrichon schellianum*, *Carex korshinskyi* und *Artemisia*-Arten (*A. frigida*, *A. commutata*), dazu die Kräuter *Androsace villosa*, *Aster alpinus*, *Arenaria capillaris*, *Alyssum biovulatum*, oder in anderen Fällen *Pulsatilla turczaninowii*, *Veronica incana*, *Galium verum*, *Potentilla tanacetifolia*, *Trifolium lupinaster*, *Phlomis tuberosa*. Auch Steppen mit *Koeleria gracilis* und *Artemisia gmelinii* mit *Ptilotrichum elongatum*, *Polygonum divaricatum*, *Goniolimon speciosum*, *Leontopodium ochroleucum*, *Carex duriuscula*, *Sanguisorba officinalis* spielen eine Rolle.

In der Waldstufe sind Kiefernwälder in diesem niederschlagsarmen Gebiet sehr verbreitet, insbesondere in den unteren und mittleren Lagen; sie bilden oft Komplexe mit Steppen. Die meisten Kiefernwälder entsprechen den krautreichen südsibirischen, doch kommen auf

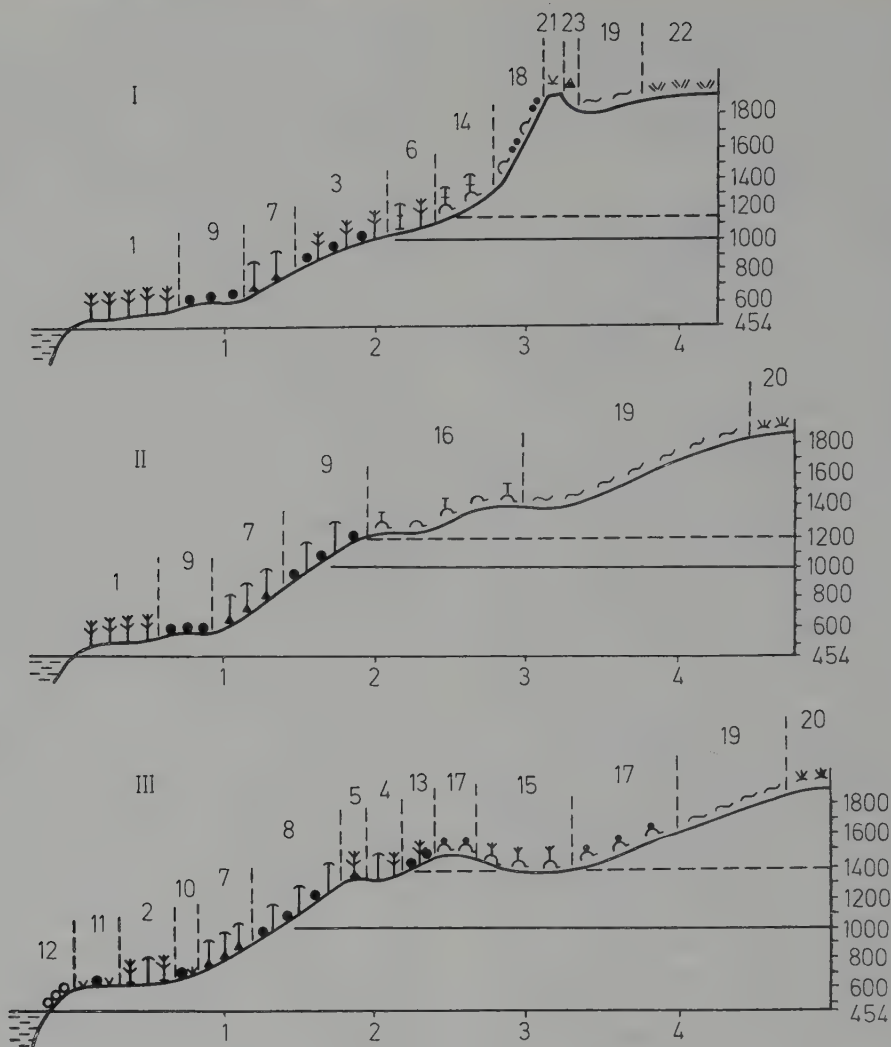


Abb. 90. Drei Vegetationsprofile am Ostabfall des Baikargebirges im südlichen Teil des Sees: I vorwiegend auf Granit, II auf basischem Gestein und III auf metamorphen Sandsteinen (nach LUKITSCHJEVA 1972).

- A. Waldstufe. a) Lärchenwälder: 1 mit *Spiraea* und Steppenarten am Seeufer, 2 mit *Pinus sibirica* und *Rhododendron* in tiefen ebenen Lagen, 3 leicht versteppte mit *Phlojodicarpus* auf Chlorit-Karbonat-Schiefen, 4 *Lariceta vacciniosa* mit Kiefern (Sattellage), 5 vereinzelte Bäume auf Steinhalden, 6 dasselbe mit *P. sibirica*. b) Kiefernwälder: 7 auf Steinhalden mit wenig Unterwuchs, 8 auf steinigten Böden in Komplexen mit Steppen. c) Steppen: 9 krautreiche Wermutsteppen auf Gebirgsfußflächen, 10 krautreich mit *Agropyrum* in tiefen Lagen, 11 dasselbe mit *Festuca*, 12 Wermut- und *Agropyrum*-Steppen am steilen Uferhang.
- B. Sub-Gebirgstundra-Stufe: 13 lichte Lärchen-Baumfluren mit *Pinus pumila* sowie Steppenarten und Flechten, 14 dasselbe aber vorwiegend mit *Pinus sibirica*, 15 dasselbe mit *Vaccinium uliginosum*, *V. vitis-idaea*, *Ledum* und Flechten, 16 lichte Lärchen mit *P. pumila*, 17 Krummholz aus *P. pumila* mit einzelnen Lärchen und Steppenarten, 18 Krummholz in Komplexen mit Gebirgssteppen und Flechten, 19 reines Krummholz.
- C. Gebirgstundra-Stufe: 20 Zwergsträucher und wiesensteppenartige Bestände, 21 *Carex-Dryas*-Tundra, 22 *Carex*-Zwergstrauchtundra mit *Ledum*, abwechselnd mit *Salix-Dryas*-Flechtentundra, 23 nackte Felsenmeere (Golzy).

Schutthängen auch flechtenreiche mit *Rhododendron dahuricum* vor.

Die Lärchenwälder nehmen im Gegensatz zu den Kiefernwäldern die oberen Höhenlagen ein. Besonders gut entwickelt sind sie auf leicht geneigten Hängen, aber einzelne verkrüppelte Bäume gehen noch in die Gebirgstundra hinein. Die Lärchenwälder gehören meistens zum krautreichen Typus, wobei selbst in Mitteleuropa vorkommende Arten vertreten sind (*Aster alpinus*, *Galium boreale*, *Lilium martagon*, *Valeriana officinalis*), oder der Unterwuchs besteht aus Hochstauden (*Trollius asiaticus*, *Polemonium coeruleum*, *Aconitum barbatum*), bzw. bei geringer Bodenfeuchtigkeit aus Steppenarten (infolge von Höhenstufen-Inversion direkt am Seeufer).

Weniger verbreitet sind *Pinus sibirica*-Wälder, meist mit *Bergenia crassifolia* und *Vaccinium vitis-idaea*. In der unteren Gebirgstundra-Stufe ist diese Baumart den lichten Lärchenbeständen beigemischt.

Die Gebirgstundren zeigen die übliche Zusammensetzung. Von den Zwergbirken kommt *Betula rotundifolia* vor.

Die drei Vegetationsprofile auf Abb. 90 sollen die Höhenstufenfolgen veranschaulichen.

Eine eingehende naturwissenschaftliche Studie liegt für die unter Naturschutz stehenden Uschkanschen Inseln im Baikalsee vor. Die noch ursprüngliche Vegetation beschreibt IVANOVA (1969). Wir greifen die Große Insel, die 4,5 km lang, 2,5 km breit ist und sich 261 m über den See erhebt (Gesamtfläche 7 km²) als ein schönes Beispiel heraus (Abb. 91). Die Gesamtzahl der vorkommenden Arten beträgt 280.

Die Insel besteht aus metamorphen Gesteinen, unter denen Marmor überwiegt, doch kommen auch Hornblende- und andere Schiefer vor, die kalkfrei sind.

Die Jahrestemperatur beträgt -2° , die des kältesten Monats (Februar) -20° , die des wärmsten 11°C , die frostfreie Periode 119 Tage. Die Tagesschwankungen erreichen im Sommer etwa 9° , im Winter etwa 5° . Die Bewölkung ist im Herbst sehr stark, Nebel sind häufig; der Jahresniederschlag liegt um 300 mm. Das Klima entspricht dem auf dem trockeneren Westufer des Baikalsees.

Die abkühlende Wirkung des Sees kommt in der Vegetation sehr deutlich zum Ausdruck, namentlich auf den kleinen, niedrigen Inseln.

Denn direkt in der Uferzone treten Arten der Gebirgstundra auf, vor allem in Nordexposition:

Pinus pumila, *Betula divaricata* (= *B. midden-dorffii*), *B. rotundifolia*, *Polemonium pseudopulchellum*, *Salix divaricata*, *Sorbaria pallasii*, *Chamaenerium latifolium*; verbreitet sind Lärchenwälder mit *Empetrum sibiricum*. Die Vegetation erinnert an die der Küstenzone und der alpinen Stufe auf Kamtschatka. Die Lärche ist *Larix czechanowskii*, eine Übergangsform zwischen *L. sibirica* und *L. dahurica* (= *L. gmelini*).

Die Kiefer (*Pinus sylvestris*) tritt erst auf besser erwärmten Hängen, 65 m über dem See auf; noch 100 m höher verdrängt sie die Lärche ganz und bedeckt die Südhänge sowie die flache Gipfelfläche. Es macht sich somit eine sehr deutliche Höhenstufeninversion bemerkbar.

Die Vegetation besteht außer den Lärchen- und Kiefernwäldern nur noch aus Fels- und Steppengesellschaften an Südhängen und kleinen Fragmenten von Wiesen, *Empetrum*-Beständen sowie Moos- und Flechten-Decken. Das Fehlen der dunklen Taiga hängt mit der Trockenheit des Klimas zusammen. *Betula pendula* und *Populus tremula* stellen sich als Vorhölzer auf Brandflächen ein. Von anderen Baumarten wurden nur 2–3 (11) Exemplare gefunden.

Die Verbreitung der verschiedenen Pflanzengesellschaften ist aus der Vegetationskarte und aus drei Profilen auf Abb. 91–92 zu ersehen.

Die wichtigsten Gesellschaften sollen kurz besprochen werden (Zahlen entsprechen denen in der Erläuterung zur Karte):

1. **Laricetum vaccinio-herbosum** auf Humuskarbonatboden (in 20 cm Tiefe aufbrausend) der 20 m breiten Uferzone.
Baumschicht sehr licht: *Larix* (12 m, Ø 15 cm), Bonität Va.
Krautschicht: 3 *Vaccinium vitis-idaea*, 3 *Festuca ovina* s. l., 2 *Empetrum sibiricum*, 2 *Vicia multicaulis*, 1 *Dendranthema zawadskii* (= *Chrysanthemum sibiricum*), + *Campanula turczaninowii* u. a.
Bodenschicht: 3 *Rhytidium rugosum*, + *Cladonia sylvatica*, + *C. amaurocrea*.
Am Nordufer sind ähnliche Bestände mit einer Strauchschicht aus *Salix livida*, *Cotoneaster melanocarpa* und *Rhododendron dahuricum*.
2. **Laricetum herbo-stepposum** am steilen unteren Südhang (30–65 m über dem See).
Baumschicht (Kronenschluß 40%): *Larix* (bis 23 m), Bonität V–IV, *Populus* und *Betula* (10–14 m).
Strauchschicht: *Spiraea media*, *Rosa acicularis*, *Salix livida*,
Krautschicht: 3 *Zerna pumpelliana* (= *Bromus sibiricus*), 2 *Carex pediformis*, 2 *Artemisia sericea*,

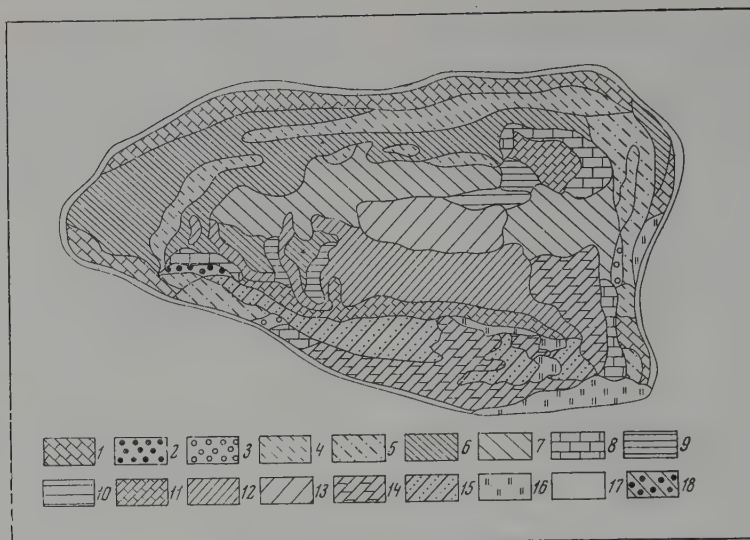


Abb. 91. Vegetationskarte der Großen Uschkanschen Insel im Baikalsee (aus IVANOVA): I = *Lariceta* (1–7), II = *Larix-Pinus sylvestris*-Mischwälder (8–10), III = *Pineta* (11–15). Erläuterung von 1–18 s. im Text.

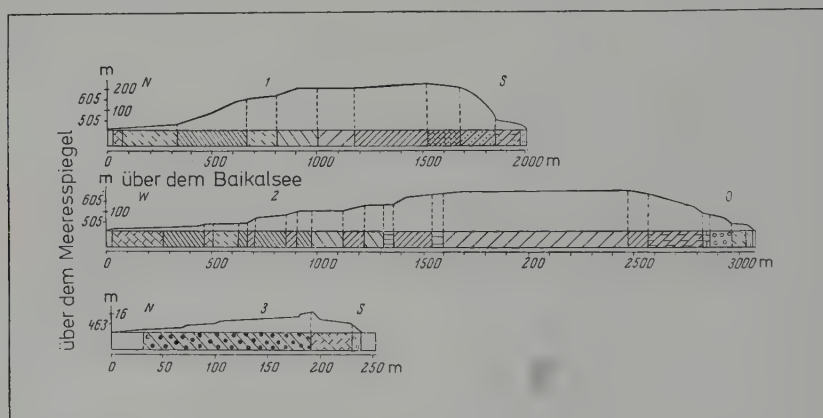


Abb. 92. Vegetationsprofile: 1–2 durch die Große Uschkansche Insel (vgl. Abb. 91) und 3 durch die westliche Kleine Uschkansche Insel (aus IVANOVA).

2 *A. tanacetifolia*, 2 *Crepis sibirica*, 1 *Thalictrum foetidum*, 1 *Aconitum barbatum* u. a.

4. ***Laricetum carico-festucosum*** auf tiefen humusreichen Böden.

Baumschicht (Kronenschluß 60–70%): *Larix* (28 m, Ø 48–75 cm), Bonität II–III, zuweilen *Betula* (12–15 m).

Strauchschicht wie bei 1 und 2, dazu *Lonicera turczaninowii*.

Krautschicht dicht: 3 *Festuca ovina*, 3 *Carex macroura*, 2 *Poa stricta*, 2 *Lathyrus humilis*, 2 *Linnaea borealis*, 2 *Majanthemum bifolium*, 1 *Pyrola incarnata* u. a.

6. ***Laricetum rhododendrosum*** auf stark podsollierten Böden der unteren Seeterrassen über Kalkgestein.

Artbestand ähnlich wie bei 1, aber *Rhododendron* 70% deckend; ist der Boden flachgründig und skelettreich, dann kommt *Bergenia crassifolia* hinzu.

7. ***Laricetum alno-rhododendrosum*** auf tiefgründigen, gut durchfeuchteten Böden über kalkfreiem Gestein im oberen Teil der Nordhänge.

Baumschicht (Kronenschluß 50%): *Larix* (23 m, Ø 18 cm), Bonität IV–III.

Strauchschicht: obere (4–5 m) 4 *Alnus fruticosa*, untere (1,3 m) 5 *Rhododendron dahuricum*.

Krautschicht: Ähnlich wie bei 1; auf flachgründigem Boden dazu *Bergenia*, auf vernäbten Böden *Ledum palustre* und *Vaccinium uliginosum*.

Auf der Karte nicht gezeigt ist das **Laricetum vaccinio-ledosum** der kältesten Standorte an Nordhängen mit 30 % Neigung auf Podsolböden. Baumschicht (Kronenschluß 30 %): *Larix* (16 m, Ø 40 cm), Bonität V.

Krautschicht dicht: 4 *Ledum palustre*, 3 *Vaccinium vitis-idaea*, 2 *Festuca ovina*, 1 *Pyrola incarnata*, 2 *Equisetum scirpoides*, 2 *Linnaea borealis*, 1 *Ramischia secunda*, + *Goodyera repens*, oft auch *Empetrum sibiricum*.

Bodenschicht dicht: *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*, *Ptilium crista-castrensis* und *Peltigera aphthosa*.

8.–10. **Mischwälder** aus Lärche und Kiefer (*Pinus sylvestris*) kommen in den Übergangszonen zwischen Lärchen- und Kiefernwäldern vor. Sie entsprechen dem Unterwuchs nach den Typen 1, 6 und 7.

11.–15. **Pineta – Kiefernwälder** sind durch mehrere Assoziations-Gruppen vertreten, die sich von den entsprechenden Lärchenwäldern hauptsächlich durch die Zusammensetzung der Baumschicht unterscheiden, was auf frühere Waldbrände oder auf günstigere klimatische Verhältnisse zurückzuführen ist.

11. **Pinetum herbo-vaccinosum** vorwiegend am Südrand der Gipffläche auf ausgelaugtem Humuskarbonatboden (in 30–35 cm aufbrausend). Baumschicht (Kronenschluß 60 %): *Pinus* (23 m, Ø 34 cm) mit $\frac{1}{5}$ *Larix* (24 m, Ø 28 cm), Bonität III, Verjüngung gut.

Strauchschicht: Vereinzelt die üblichen Arten, auch *Alnus fruticosa*

Krautschicht (Deckung 30–80 %): Wie bei 1, aber *V. vitis-idaea* stark vorherrschend; insgesamt 34 Arten. Zu nennen wären: 1. 2 *Cypripedium guttatum*, 1. 2 *Arctostaphylos uva-ursi*, 1 *Lilium martagon*, 1 *Zygadenus sibiricus*, + *Ramischia secunda*, + *Rubus saxatilis*, zuweilen 3 *Astragalus membranaceus*, 1 *Galium boreale* (jedoch *Linnaea* und *Majanthemum* nur mit +) u. a.

Bodenschicht: 4 *Pleurozium schreberi*, 2. 3 *Ptilium crista-castrensis*, 2. 3 *Hylocomium splendens*.

12.–13. **Pinetum rhododendrosom oder rhododendro-almosum**, das sich von den entsprechenden Lariceta in Hinblick auf den Unterwuchs nicht wesentlich unterscheidet.

14.–15. **Pinetum stepposum** in Komplexen mit ähnlichen Gesellschaften an steinigen Südhängen (14 mit 11, 15 mit 16).

Baumschicht (Kronenschluß 30–70 %): *Pinus*, Bonität Va–IV.

Strauchschicht: Nur einzelne *Cotoneaster*, *Rosa* und *Spiraea*.

Krautschicht: Häufige Arten sind *Pulsatilla patens* var. *multifida*, *Scorzonera austriaca*, *Vicia multicaulis*, *Zerna pumpelliana*, *Festuca ovina* s.l., *Artemisia sericea*, *Astragalus membranaceus*; zuweilen herrscht *Calamagrostis epigeios* vor.

Bezeichnende mehr vereinzelt vorkommende Arten: *Geranium pseudosibiricum*, *Lilium martagon* var. *pilosiusculum*, *Lathyrus humilis*, *Viola sacchalinensis*, *Saussurea controversa*, *Galium boreale*, *Dendranthema zawadskii*, *Crepis sibirica*; dazu Arten sowohl der trockenen Wälder, als auch der Steppen (*Carex pediformis*, *C. alba*, *C. korshinskyi*, *Poa botryoides*, *Allium strictum*, *Aconitum barbatum*, *Polygala hybrida*, *Silene repens* u. a.).

16. **Steppen**: Diese kommen fragmentarisch an Steilhängen vor. Die größten von ihnen eingenommenen Flächen sind 70 × 50 m und 20 × 50 m. Unterschieden werden: 1. *Agropyrum cristatum*-Steppen mit 3 *Artemisia commutata* (dazu 2 *Carex pediformis*, 1 *Poa botryoides* u. a.) oder mit 3 *Koeleria altaica*, bzw. 3 *Helictotrichon schellianum* (dazu 2 *Dianthus versicolor*, 2 *Scorzonera austriaca*, 1 *Artemisia commutata* u. a.); 2. *Stipa capillata*-Steppen mit den oben genannten Gräsern und *Artemisia* in verschiedener Menge. Außerdem kommen in beiden Fällen noch die unter 14–15 genannten Arten vor.

Felsvegetation: Zwischen den Marmorfelsen am steilen Südhang treten die Gräser zurück. Hier wachsen vereinzelt: *Alyssum lenense*, *A. obovatum*, *Veronica incana*, *Potentilla acaulis*, *Thymus serpyllum* s.l., *Polygala sibirica*, *Androsace incana*, *Patrinia* (Valer.) *sibirica*, *P. rupestris*, *Peucedanum baicalense*, *Chamaerhodos grandiflora*, *Saxifraga spinulosa* und die sukkulenten *Crassulaceen* *Orostachys spinosa* und *Sedum aizoon*; auch *Selaginella sibirica* und *S. sanguinolenta* werden angeführt.

Auf Felsen am Nordhang im Walde wurden gefunden: *Polypodium vulgare*, *Bergenia crassifolia* mit vielen Flechten.

17. **Strandvegetation** am Nordufer.

Nur wenig über dem Wasserspiegel findet man Wiesenfragmente: Vorherrschend *Carex caespitosa*, dazu *Calamagrostis neglecta*, *Carex sajanensis*, *Comarum palustre*, *Parnassia palustris*, *Caltha palustris*, *Allium schoenoprasum*, *Orchis latifolia*, *Ranunculus borealis*, *Vicia cracca*.

Auf Strandkies wachsen: *Salix rhamnifolia* mit *Vicia cracca*, *Poa sibirica*, *Archangelica decurrens*, *Heracleum dissectum*, *Moehringia lateriflora*.

Auf dem Strandwall stellen sich ein: *Clinelymus sibiricus*, *Roegneria* (*Agropyrum*) *angustiglumis*, *Erysimum marschallianum*, *Polygonum divaricatum*, *P. laxmannii*, *Isatis oblongata*, auf Sand *Agropyrum repens* und *Festuca rubra* var. *arenosa*.



Abb. 93. Dunkle Taiga in den Vorbergen nordöstlich von Irkutsk (Foto OLSCHOWY). Baumschicht aus *Abies sibirica*, *Pinus sibirica*, *P. sylvestris*, *Picea obovata*, *Larix sibirica* und den Vorhölzern *Betula pendula* (*verrucosa*), *B. platyphylla* sowie *Populus tremula*.

18. *Laricetum empetrosum* – nur auf der kleinen Uschkanschen Insel.

Es zeigt sich, daß man beim Baikalsee viele (bis über 100) in verschiedener Höhe liegende Strandwälle an flachen Landzungen unterscheiden kann – ein Zeichen, daß mit Seespiegelschwankungen gerechnet werden muß. Mit dieser Frage hat sich sehr eingehend GALASI (1967, 1972) beschäftigt, der die Jahresringbreite bei in Strandnähe wachsenden Bäumen untersuchte. Hochwasserstände, die zur Beschädigung der Bäume durch Wellenschlag oder zur zeitweiligen Überstauung des Wurzelsystems führten, werden durch schmale Jahresringe angezeigt; doch reagieren die einzelnen Bäume je nach Alter und Standort in Strandnähe verschieden.

Interessant ist die Tatsache, daß die alten Bäume in den letzten Jahrzehnten breitere Jahresringe aufweisen als vorher, sogar als in ihrer Jugend, fast so breit wie die zur Zeit jungen Bäume. Das ist ein Beweis dafür, daß die Wachstumsbedingungen für die Bäume sich in letzter Zeit verbessert haben.

Die Untersuchung von über 500 Jahre alten Bäumen ergab, daß die Seespiegelschwankungen zyklisch verliefen, wenn auch die Dauer der einzelnen Zyklen nicht ganz regelmäßig war. Oft handelt es sich um 65–70jährige Zyklen (im Mittel 50jährige), die der doppelten Dauer der Brücknerschen Perioden der Sonnenaktivität entsprechen würden. An bestimmten flachen Landzungen läßt sich erkennen, daß auf je 1–2 niedrige Wälle ein größerer folgt. Es müssen also noch längere Perioden die kürzeren überlagern.

Im allgemeinen scheint der Seespiegel des Baikals in den letzten 400–500 Jahren leicht abgesunken zu sein. Ob das Flußbett der Angara sich am Ausfluß vertieft hat, oder ob das Klima trockener geworden ist und der Zufluß zum Baikalsee sich dadurch verringerte, läßt sich zur Zeit noch nicht entscheiden.

Durch den Bau eines Staudamms für ein Elektrizitätswerk an der Angara unterhalb des Ausflusses aus dem Baikalsee wurde der Seespiegel erhöht, was zu noch nicht abgeschlossenen Veränderungen der Uferlinie führte. Auch ein großes Moor im früheren Selenga-Tal ist im westlichen Teil überschwemmt worden.

Dieses Posolskoje Moor mit einer Fläche von 25000 ha beschreibt SAVITSCH (1967). Es ist ein eutrophes Cariceten-Moor, das eine Torfmächtigkeit von 3–4 m (bis 7 m) besitzt und in regenreichen Jahren ganz unter Wasser steht. Seine floristische Zusammensetzung unterscheidet sich kaum von der entsprechenden der europäischen Moore. Die wichtigsten Gesellschaften sind eine feuchtere mit viel *Carex limosa*, *C. chordorrhiza*, *Menyanthes* und *Drepanocladus*-Arten und eine andere mit *Carex lasiocarpa* und *C. diandra*. In den Randgebieten kommt außerdem eine *Carex appendiculata*-Bultenmoor-Gesellschaft vor sowie einige weniger wichtige Gemeinschaften.

Von den zwei ersten bringen wir die Artenlisten als Mittel von mehreren Bestandsaufnahmen als Beispiel für die südostsibirischen Moore:

1. *Caricetum limosae-chordorrhizae drepanocladusum*

2 *Carex limosa*, 1–2 *C. chordorrhiza*, 1 *C. diandra*, 1 *C. inflata*, + *Eriophorum gracile*, 1–2 *Menyanthes trifoliata*, 1 *Utricularia intermedia*, + *Comarum palustre*, + *Cicuta virosa*, + *Triglochin maritimum*, + *T. palustre*, 1 *Drosera anglica*, 1 *Caltha palustris*. Moosschicht: 2–5 aus wechselnden *Drepanocladus*-Arten oder *Meesia triquetra*, dazu viele Algen.



Abb. 94. Wie Abb. 93, aber lichte Stelle mit vielen großen Blättern von *Bergenia crassifolia* in der Bodenschicht (Foto OLSCHOWY).

2. *Caricetum lasiocarpae-diandrae*

Baum- und Strauchschicht: Vereinzelte *Betula pubescens*, *B. humilis*, *Salix brachypoda* (stellenweise mehr).

Krautschicht: 2–3 *Carex lasiocarpa*, 0–2 *C. diandra*, + *Calamagrostis neglecta*, + – 2 *Menyanthes trifoliata*, + *Utricularia intermedia*, + *Comarum palustre* und nur stellenweise andere Arten.

Moosschicht: nicht über + 2 (am häufigsten *Bryum ventricosum*, seltener *Calliergon giganteum* oder *Drepanocladus exannulatus*).

Der Aschengehalt des Torfes ist 5–7%, in 4 m Tiefe über 20%.

In den Vorbergen des Baikargebirges, nord-östlich von Irkutsk kommt noch die dunkle Taiga in typischer Ausbildung vor (vgl. Abb. 93), aber schon mit *Bergenia crassifolia* an lichten Stellen (Abb. 94).

Lärchenwälder Transbaikaliens und im Großen Hingan:

In Transbaikalien östlich von Tschita (im Schilkegebiet) grenzen die Lärchenwälder direkt an die Waldsteppe und enthalten Laubholzarten wie den Wildapfel (*Malus pallasiana*), die sibirische Aprikose (*Armeniaca sibirica*), *Rhamnus*

dahurica und die zentralasiatische *Ulmus pumila*.

Die südlichsten Vorkommen der *Larix dahurica*-Wälder findet man im äußersten Osten auf dem Großen Hingan (Hsingan). Es handelt sich um ein 220–400 km weites Mittelgebirge etwa 1100 m NN hoch mit einzelnen Gipfeln bis 1600 m, die in die alpine Stufe hineinragen. Das Klima des Westhanges ist noch kontinental, dasjenige des Osthanges milder:

Tab. 8: Klimawerte am Westhang (Mientuho) und Osthang (Chalantun) des Großen Hingan.

Stationen	Temperaturmittel			Zahl der Frosttage	Jahresniederschlag
	Jahr	Januar	Juli		
Mientuho	–3,2	–27,7°	+18,4°	233	354 mm
Chalantun	+1,7°	–18,9°	+21,8°	201	479 mm

Das Frühjahr ist in diesem Gebirge trocken, das Maximum der sommerlichen Monsunregen fällt in den Juli–September. Dauerfrostboden ist im nördlichen Teil verbreitet; im Süden dringt die Steppe von Westen bis ins Gebirge hinein, oft vom Wald durch eine Waldsteppenzone mit *Betula platyphylla* getrennt (Abb. 95); im übrigen

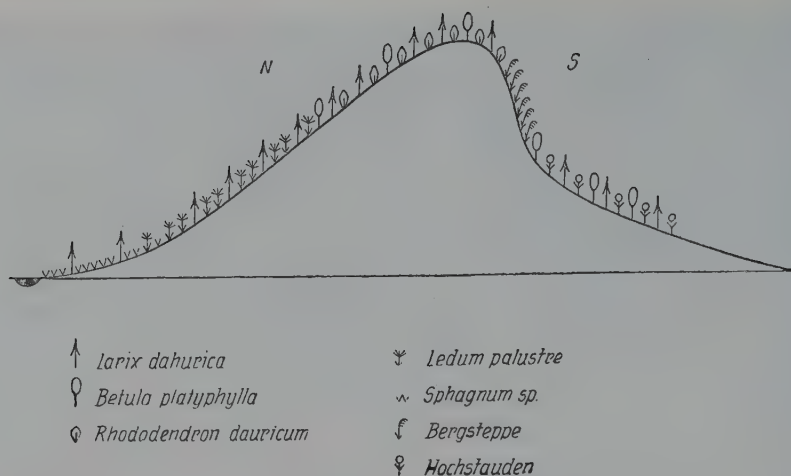


Abb. 95. Vegetationsprofil durch den nördlichen Großen Hingan (nach DANERT et al.): Kuppen und Oberhang Larix-Rhododendron-Wald, Mittel- und Unterhang Larix-Ledum-Wald, vernäbte Senken Larix-Sphagnum-Wald, steile Südhänge mit Bergsteppe, darunter staudenreicher Larix-Betula-Wald.

ist das Gebirge vom Lärchenwald auf einer Fläche von etwa 15 Millionen ha bedeckt (Abb. 96). Es sind Reinbestände von *Larix dahurica*, häufig aber auch solche, denen *Betula platyphylla*, seltener *Populus davidiana* (ssp. von *P. tremula*), beigemischt sind (DANERT, GEIGER u. HANELT).

Mit zunehmender Vernässung können auch hier Lariceta mit *Rhododendron dauricum*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Ledum* und *Vaccinium uliginosum* unterschieden werden. Im Laricetum ledosum kommen noch so boreale Arten wie *Linnaea borealis*, *Goodyera repens*, *Trientalis europaea*, *Majanthemum bifolium* und Pyrolaceen vor ebenso wie die ostsibirische *Mitella nuda* (Saxifr.). Auf stark vernäbten Stellen wächst *Sphagnum* mit *Betula fruticosa*. Ist der Boden nährstoffreicher, so nimmt der Anteil von *Betula* zu, es tritt *Populus* auf und der Unterwuchs besteht aus Hochstauden (*Calamagrostis*, *Cypripedium*, *Gymnadenia*, *Aruncus*, *Aconitum*, *Anemone narcissiflora* u. a.).

In höheren Lagen findet man einen Kiefern-Lärchenwald:

3 *Pinus sylvestris*, 1 *Larix dahurica*, 1 *Betula platyphylla*; in der Strauchschicht 1 *Ahus manshurica*, 3 *Rhododendron dauricum* sowie in der Krautschicht 2 *Vaccinium vitis-idaea* oder am Südhang Steppenelemente (*Hemerocallis minor*, *Iris uniflora*, *Fragaria orientalis*, *Sanguisorba officinalis*, *Bupleurum dahuricum*, *Rosa*, *Spiraea* u. a.).

Auf den höchsten Gipfeln (über 1400 m) ist eine

Gebirgstundra (Golzy) mit 3 m hohen *Pinus pumila* in Begleitung von *Betula ermani*, *B. middendorffii*, *Empetrum sibiricum*, *Arctous japonica*, *Selaginella helvetica*, *Oxycoccus microcarpus*, *Polygonum viviparum*, *Calypso borealis*, *Saxifraga bronchialis* u. a. *Pinus pumila* besitzt hier eine Exklave.

Von den Bergsteppen an Südhängen mit *Stipa*, *Leontopodium*, *Pulsatilla*, *Galium boreale* gibt nachfolgende Tabelle eine Übersicht (S. 103).

Auch die hochstaudenreichen Talwiesen und die Talsümpfe mit der Zwergbirke (*Betula fruticosa*), aber ebenso *Sphagnum* werden in der genannten Arbeit beschrieben.

Im allgemeinen entspricht die Flora und Vegetation denen des Stanowoi- und Jablonoi-Gebirges.

Im Gegensatz dazu gleicht die Vegetation des sich nach Osten erstreckenden Kleinen Hingan mit mehr maritimem Klima schon der Vegetation des ostmandschurischen Berglandes und die Flora ist bereits ausgesprochen ostasiatisch. Nur in Tälern mit Temperaturinversion und Permafrost tritt noch extrazonal ein *Larix dahurica*-Wald mit Zwergbirken (*Betula ovalifolia*) und einem dichten Moosteppich auf, wobei die Bäume dicht mit *Usnea* und *Leucodon* behangen sind. Der Boden war noch am 18. Juli in 10–15 cm gefroren. Sobald auf etwas erhöhten Flächen der Dauerfrost tiefer auftaut, gesellen sich andere Baumarten hinzu; es sind jedoch ostasiatische wie *Picea jezoensis*, *Abies nephrolepis* u. a.

Tab. 9: Bergsteppen an Südhängen des Großen Hingan (aus S. DANERT, S. GEIER, P. HANELT)

	Unterhang, 25m ² 25-30° Neigung 90% Ges. Deckung	Oberhang, 25m ² 35° Neigung 50% Ges. begeckg.	erhabene Felsrippe 25m ² 30° Neigung 50% Ges. Deckung
<i>Poa sphondylodes</i>	I	I	+
<i>Stipa sibirica</i>	+	I	+
<i>St. baicalensis</i>	+		
<i>Agropyrum</i> sp.	+	+	
<i>Carex</i> sp.	I	+	I
<i>Carex</i> sp. (schmalblttg.)	+		
<i>Allium senescens</i>	+		
<i>Delphinium grandiflorum</i>	+		
<i>Thalictrum simplex</i>	+		
<i>Spiraea ussuriensis</i>	+		
<i>Geranium spec.</i>	+		
<i>Scutellaria ussuriensis</i>	+		
<i>Pedicularis striata</i>	r		
<i>Galium boreale</i>	+		
<i>Adenophora spec.</i>	+		
<i>Artemisia laciniata</i>	2	+	
<i>Orostachys malacophylla</i>	+	+	
<i>Polygala sibirica</i>	+	+	
<i>Veronica komarovii</i>	+	+	
<i>Aster hispidus</i>	+	+	
<i>Rhapontica uniflora</i>	+	+	
<i>Polygonum divaricatum</i>	+		+
<i>Dianthus versicolor</i>	+		
<i>Clematis hexapetala</i>	+		+
<i>Saussurea spec.</i>	I	r	+
<i>Hemerocallis minor</i>	I	I	+
<i>Scutellaria baicalensis</i>	I	I	+
<i>Patrinia rupestris</i>	+	I	+
<i>Iris dichotoma</i>		I	
<i>Leontopodium conglobatum</i>		+	
<i>Thalictrum squarrosom</i>		+	
<i>Chamaerhodos erecta</i>		+	
<i>Lespedeza</i> sp.		+	
<i>Sedum aizoon</i>		r	
<i>Viola variegata</i>		r	
<i>Thymus serpyllum</i>		2-3	2
<i>Pulsatilla ambigua</i>		I	I
<i>Tanacetum sibiricum</i>		+	2
<i>Orostachys spinosa</i>			+
<i>Crepis tenuifolia</i>			+
<i>Allium</i> sp.			+
<i>Artemisia</i> sp.			+

In allen Aufnahmen treten folgende Arten mit niedrigem Deckungswert (+) auf:

<i>Iris spec.</i>	<i>Vicia multicaulis</i>
<i>Stellera chamaejasme</i>	<i>Schizonepeta multifida</i>
<i>Bupleurum dahuricum</i>	<i>Artemisia spec.</i>
<i>Melandrium apricum</i>	

Eine abweichende Zusammensetzung mit vielen ostasiatischen Elementen haben die Lärchenwälder des fernöstlichen Küstengebietes. Auf Kamtschatka kommt *Betula japonica* hinzu, im Nord-Ochotsk-Gebiet *Quercus mongolica*, *Tilia taqueti*, *Betula dahurica*, *Corylus heterophylla*. Südlicher im Ajan-Uda-Gebiet (SW-Küste des Ochotsk-Meeres) und auf Nordsachalin wird die Lärche (*L. lubarskii*, Form der *L. dahurica*) in tieferen Lagen und auf besser drainierten Böden durch die ostasiatischen *Picea jezoensis* und *Abies nephrolepis* (TOLMATSCHEV, 1955, 1959) verdrängt und mischt sich ihnen nur in höheren Lagen bei. Noch geringer ist die Bedeutung der Lärche im Bureja- und Sichote-Alin-Gebiet, wo sie nur auf versumpften Stellen und hauptsächlich in den nördlichen Bereichen vorkommt. Sonst herrschen hier die genannten ostasiatischen Fichten-Tannenwälder vor mit *Acer mono*, *Acer tegmentosum*, *A. ukurunduense* und darunter *Taxus cuspidata* sowie den Sträuchern *Evonymus macroptera*, *Lonicera edulis*, *Cerasus maximowiczii*, *Ribes pallidiflorum* und der Liane *Actinidia kolomikta* u. a. Auf der vorgelagerten Insel Sachalin kommen schon im südlichen Teil die ostasiatische Bambusart *Sasa kurilensis* und die Breitlaubarten *Quercus mongolica*, *Q. grosseserrata*, *Fraxinus mandschurica*, *Ulmus propinqua*, *U. laciniata*, der Korkbaum *Phellodendron amurense* u. a. vor. Man sieht, daß dieses Gebiet schon dem ostasiatischen Raum angegliedert werden muß (vgl. Vegetationsmonographien Bd. VI).

Auch im Einzugsgebiet des Amur ist die Grenzziehung zwischen dem ostsibirischen Vegetationsgebiet und dem ostasiatischen Großraum nicht leicht. Die Laubwälder aus *Quercus mongolica* mit einer ostasiatischen Laubwaldflora greifen oberhalb von Blagowestschensk auf das linke Amurufer über und in den dunklen Nadelwäldern östlich von diesem Gebiet sind die ostasiatischen *Picea jezoensis* und *Abies nephrolepis* vorherrschend, während die ostsibirische Lärche, wie erwähnt, im Gebirge vorherrscht. ORLOV (1955) beschreibt diese Wälder sehr ausführlich, bringt eine Reihe von Bestandesaufnahmen und erläutert die Verteilung der verschiedenen Waldtypen im Gebirge an Hand von Vegetationsprofilen sehr anschaulich. Dahurische und ostasiatische Waldgesellschaften und Florenelemente wechseln sich auf komplizierte Weise ab und durchdringen sich in diesem Gebiete. Andererseits kommen Steppen mit transbaikalisch-mandschurischem Charakter noch in der



Abb. 96. *Larix dahurica*-Wald im Großen Hsingan (Hingan) mit einigen *Betula platyphylla* vorne am Waldrand auf einem nördlich exponierten Schotterhang (Kenkaili). Windbruchschaden der Lärche wegen des oberflächlichen Wurzelsystems auf solchen Standorten recht häufig (Foto DANERT).

Niederung um den Chanka-See (westlich vom Einzugsgebiet des oberen Ussuri, um Ussurisk) vor, wo die mittlere Niederschlagshöhe 480 mm, die potentielle Verdunstung dagegen 586 mm beträgt (wärmster Monat 20,9°, kältester —15,5°). Die Waldvegetation der benachbarten humideren Vorberge ist jedoch ganz ostasiatisch (KURENZOVA 1962).

Es handelt sich um eine typische Übergangs-

zone, die im Sammelband «Amursche Taiga (Komplexe botanische Untersuchungen)», Leningrad 1969 (russisch), auf 197 Seiten behandelt wird. In diesem Band macht LIPATOVA auch genaue Angaben über die phänologische Entwicklung eines fernöstlichen Eichenwaldes. Auch die Kurilen haben zwar vieles mit Kamtschatka gemein, tendieren jedoch mehr zu Ostasien und Nordamerika (VOROBJEV 1963).

Teil III

Übergangsgebiet der Nadel- Laub-Mischwälder

I. Kurzer Überblick über die allgemeinen Verhältnisse

Zwischen der Zone der reinen Nadelwälder und der Zone der Laubwälder liegt in Osteuropa ein Übergangsgebiet, das die Form eines gleichseitigen Dreiecks hat. Dessen Basis bildet die Linie von der Narowa-Mündung am Finnischen Meerbusen direkt nach Süden bis zum 50° N, während die Spitze etwa der Lage von Gorki entspricht. Von dort aus erstreckt sich nur noch ein Streifen über Kasan nach Osten bis zum Ural (vgl. Abb. 9). Zwar kommen ähnliche Mischwälder auch noch westlicher in Mitteleuropa und Südschweden vor, aber in diesen findet man schon viele mitteleuropäische Laubhölzer (*Fagus*, *Quercus petraea*, *Acer pseudoplatanus*, *Prunus avium* u.a. vgl. S. 2–6) und einige Nadelhölzer (*Abies alba* und *Taxus baccata*), die in dem oben genannten Gebiet ganz fehlen.

Im osteuropäischen Bereich sind von den breitlaubigen Arten nur noch die Eiche *Quercus robur*, die Linde *Tilia cordata*, die Esche *Fraxinus excelsior*, *Ulmus*-Arten, aber auch der Spitzahorn (*Acer platanoides*) und *Alnus glutinosa* vorhanden, während die Hainbuche (*Carpinus betulus*) gerade noch im südwestlichen Teil vertreten ist (Abb. 97). Die wichtigsten Nadelhölzer sind *Picea abies* und *Pinus sylvestris*. Die sibirischen Arten erreichen dieses Übergangsgebiet kaum mehr (Abb. 97). In ihm kommen sowohl richtige Nadel-Laubmischwälder vor als auch Makromosaik-Komplexe innerhalb einer Landschaft, wobei sich reine Nadelwälder und reine Breitlaubwälder nebeneinander in Abhängigkeit vom Relief, Kleinklima oder den Bodenverhältnissen abwechseln.

Klimatisch werden die Laubhölzer durch die noch relativ milden und nicht zu langen Winter, die Nadelhölzer durch die humiden Sommer begünstigt. Doch wird heute das Verhältnis zwischen den Waldtypen weitgehend durch den

Menschen bestimmt, z.B. das Verhältnis zwischen Eichen und Fichten: Nach der Rodung der Laubwälder auf besseren Böden für den Ackerbau ist der Anteil der Fichtenwälder an der gesamten Waldfläche gestiegen.

Extrem kalte Jahre können die Laubbäume schädigen, extrem trockene Sommer die Nadelbäume oft durch ein nachträgliches Auftreten von Schädlingen oder Pilzkrankheiten. Es handelt sich somit um ein labiles Gleichgewicht zwischen den verschiedenen Waldtypen.

Ob eine gewisse Klimaänderung die Nadelbäume zur Zeit begünstigt, wie es einige Forscher annehmen, ist schwer zu entscheiden. Im allgemeinen zeigen die Nadelwälder klimatisch ungünstige Biotope an wie kalte Niederungen mit vernäßten Böden. Nur die Erlenbrücher kommen auf ähnlichen Standorten, aber dann auf eutrophen Böden vor. Eichenmischwälder findet man an warmen südlichen Hängen. Auch Kalkböden begünstigen die Laubwälder. Die Struktur der Mischbestände ist verschieden und hängt von den jeweiligen Wettbewerbsverhältnissen ab. Die Linde und die Eiche gehören bei guter Wüchsigkeit der oberen Baumschicht zusammen mit der Fichte an, erreichen jedoch bei geringer Wüchsigkeit nur die untere Baumschicht. Dasselbe gilt für die Esche, Ulme und den Spitzahorn.

In diesem Übergangsgebiet können die Waldflächen relativ leicht in Wiesen übergeführt werden, insbesondere Erlenbrücher. Infolgedessen hat man es heute mit einer Kulturlandschaft zu tun, in der Waldflächen und Wiesenflächen neben Ackerland miteinander abwechseln, denn das Gebiet ist relativ dicht besiedelt.

Am besten erhalten waren die Mischwälder aus *Picea abies* mit *Quercus robur* und *Tilia cordata* auf den Waldai-Höhen (bis 346 m NN), die ein Plateau aus paläozoischen Schichten darstellen, auf dem noch diluviale Ablagerungen liegen. Sie sind für die Landwirtschaft wenig geeignet. Der Anteil der Eiche in diesen Wäldern war

noch im 18. Jahrhundert sehr groß, ist heute dagegen infolge von Holznutzung geringer.

Schöne Mischwälder wachsen auch auf dem silurischen Kalkplateau weiter nördlich, das mit einer Steilstufe – Glint genannt – gegen den Finnischen Meerbusen abbricht. Diese Steilstufe beginnt bei Baltisch-Port im Westen mit einer Höhe von 25 m, kann dann z. T. eine Höhe von 150 m erreichen und tritt an der Narowa 10–20 km vom Meer zurück. Die silurischen Kalke sind von Spalten und Klüften durchsetzt und deshalb wasserdurchlässig. Sie werden von diluvialen Ablagerungen überdeckt. Soweit diese tonig sind, breiten sich auf ihnen Moore und Seen aus; sind sie sandig, so findet man schöne Kiefernwälder, selten mit etwas Eiche. In den Fichten-Mischwäldern auf Kalkboden wachsen in der oberen Baumschicht auch *Fraxinus* und *Ulmus*, in der unteren Baumschicht *Sorbus aucuparia*, *Acer platanoides*, *Padus racemosa* (= *Prunus padus*), *Populus tremula* und *Betula pendula* (*verrucosa*) sowie *B. pubescens*.

Auch die Strauchschicht ist gut entwickelt (*Corylus avellana*, *Lonicera xylosteum*, *Evonymus verrucosus*, *E. europaeus*). Für die Krautschicht sind bezeichnend: *Oxalis acetosella*, *Majanthemum bifolium*, *Trientalis europaea*, *Rubus saxatilis*, *Linnaea borealis* mit *Vaccinium myrtillus* und *V. vitis-idaea*, zusammen mit Laubwaldarten wie *Aegopodium podagraria*, *Glechoma hederacea*, *Carex pilosa*, *Asarum europaeum*, *Luzula pilosa*, *Hepatica nobilis*, *Mercurialis perennis*, *Stellaria holostea*, *Lamium galeobdolon*, *Melica nutans*, *Orobis vernus*, *Paris quadrifolia*, *Dryopteris filix-mas* u. a. Durch die Laubstreu werden die Moose unterdrückt, nur stellenweise, wo sich mehr Fichtenstreu ansammelt, findet man *Rhytidiadelphus triquetrus*, *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*, *Brachythecium curtum* u. a. Flechten wachsen nur an den Baumstämmen und auf großen erratischen Felsblöcken.

Die Wälder können die II. Bonität erreichen.

Zentrales Wald-Naturschutzgebiet bei Rshew

Sehr genau wird im Rahmen des Internat. Biolog. Programms seit 1967 in der Nadel-

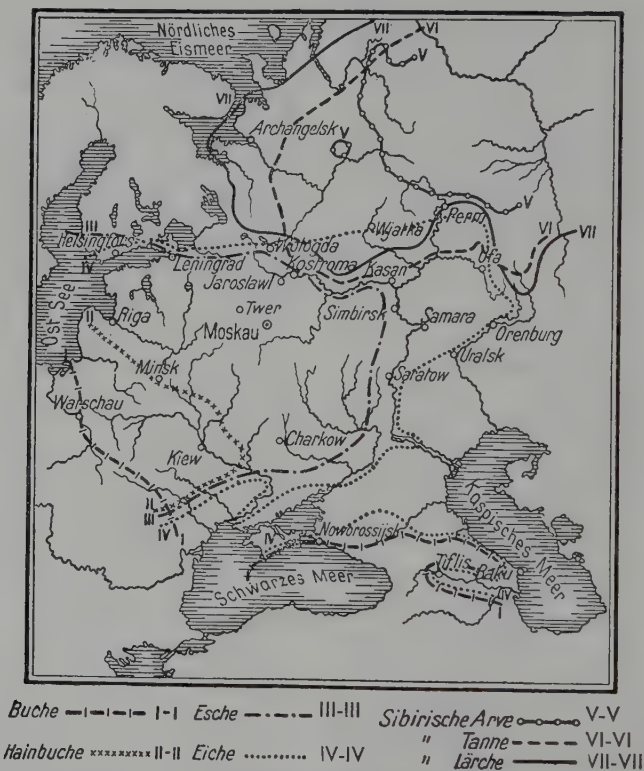


Abb. 97. Östliche Verbreitungsgrenzen einiger Laubholzarten und westliche der sibirischen Nadelholzarten in Osteuropa (aus WALTER–ALECHIN 1936).

Laub-Mischwald-Zone das Zentrale Waldreservat auf der Wolga-Düna (westl. Dwina)-Wasserscheide untersucht (KARPOV 1973). Es liegt westlich von Rshew zwischen 56°26' und 39' N sowie 32°39' und 31°01' E in 300 m NN auf etwa 10 m mächtigen Moränenablagerungen. Es handelt sich um Fichtenwälder, die in Abhängigkeit von der Geomorphologie verschieden ausgebildet sind: Auf den ebenen Flächen findet man das *Piceetum myrtilloso-oxalidosum*, das in leichten vernäbten Senken in das *Piceetum sphagnoso-myrtillosum* übergeht (beide vom Typus der Wälder in der südlichen Taiga-Zone); auf besser drainierten und nährstoffreicheren Biotopen sind dagegen die Fichtenwälder stark mit Laubholz durchsetzt und im Unterwuchs herrschen nemorale Arten vor, so daß es sich um ein *Piceetum tiliosum* handelt. Da diese Fichten-Laub-Mischwälder weitgehend ursprünglich sind, sollen sie genauer besprochen werden. In ihnen ist noch der Bär häufig und der Elch heimisch.

Dieses *Piceetum tiliosum* hat zwei Baumschichten:

Obere Baumschicht: *Picea abies* mit beigemischter *Populus tremula*. Kronenschluß sehr stark wechselnd, weil große Windwurfenster vorhanden sind. Die Höhe der Fichte ist im Mittel 26,5 m (\varnothing 28 cm); Bestand verschieden alt (140–160 Jahre), Holzvorrat 520 m³/ha, Bonität Ia

Untere Baumschicht (Kronenschluß 20–30%), Höhe 16–17 m: *Tilia cordata*, *Acer platanoides*, *Ulmus laevis* (= *effusa*), sehr unregelmäßig; es sind jedoch viele Stockausschläge von Linde und Ahorn vorhanden, die jedoch, wenn sie 3,5–4 m Höhe erreichen, entweder absterben oder eine niederliegende Form annehmen und dann zur Strauchschicht gehören.

Strauchschicht (Deckung 30–80%), besonders dicht in Windwurfenstern: *Corylus avellana*, *Lonicera xylosteum*, *Viburnum opulus*, *Daphne mezereum*, *Rubus idaeus*.

Die Mosaikstruktur dieser Mischwälder ist allgemein für urwaldnahe Bestände bezeichnend und wird in diesem Falle durch die Windanfälligkeit der Fichte außerhalb der Taigazone bedingt; sie kommt auch in den Mosaikkomplexen des Unterwuchses zum Ausdruck, die aus mehreren Synusien bestehen¹.

Man kann folgende Gemeinschaften unterscheiden:

- a) Die wichtigste Gemeinschaft der nemoralen Arten: 2 *Pulmonaria obscura*, 2 *Asperula odorata*, 1 *Galeobdolon luteum*, 1 *Stellaria holostea*, sowie der mehr boreale Sauerklee (1 *Oxalis acetosella*) u. a. mit +. Die Deckung ist 55–60%, die Höhe 5–15 cm. Moose kommen nur auf toten Baumstämmen und an der Stammbasis vor: *Brachythecium curtum*, *B. velutinum*, *Plagiothecium curvifolium*.
- b) Farn-Sauerklee-Gemeinschaft mit 3 Krautschichten:
Obere (Deckung 40 %, Höhe 50–70 cm): 3 *Dryopteris austriaca*, + *D. lanceolato-cristata*, + *D. filix-mas*, + *Athyrium filix-femina*.
Mittlere (Deckung 10–20 %): 2 *Gymnocarpium dryopteris*, + *Thelypteris phegopteris*, + *Equisetum sylvaticum*, + *Rubus saxatilis* (zuweilen *Stellaria* und *Asperula*).
Untere (Deckung 25–30 %, Höhe 10 cm): 2 *Oxalis acetosella*, + *Majanthemum bifolium* (wenig *Trientalis europaea* und *Linnaea borealis*).
Die Moose am Boden decken 25–30 %: *Brachythecium curtum*, *Mnium cuspidatum*, *Pleurozium schreberi*.
- c) Eine weitere Gemeinschaft auf stark zersetztem Holz bestehend aus lockeren *Oxalis*-Gruppen mit einem Hypnaceen-Teppich und borealen Arten (*Vaccinien* u. a.).
- d) Dazu kommen die Gemeinschaften der Windwurfenster mit 80–120 cm hohem *Rubus idaeus*, *Chamaenerium angustifolium* und hohen Farnen; darunter niedrige Farne und am Boden *Oxalis* mit *Majanthemum* und *Linnaea*. Die Gesamtdeckung erreicht 80 %, die Mooschicht mit *Pleurozium* ist gut ausgebildet (60 %); in nassen Senken treten *Sphagnum girgensohnii* und *S. magellanicum* auf.

Das phänologische Spektrum auf Abb. 98 ist zugleich eine Bestandesaufnahme.

Die Aspekte der Vegetation sind folgende:

Mitte April verschwindet der letzte Schnee und der Waldboden wird durch die vielen jungen Triebe grün. Der Erstfrühlingsaspekt ist durch die Blüten von *Hepatica*, *Anemone*, *Chrysosplenium*, *Pulmonaria*, *Luzula pilosa*, *Carex digitata* und *Asarum* gekennzeichnet. Mitte Mai ergrünen die Laubbäume und Sträucher; *Anemone nemorosa*, die einen weißen Teppich bildete, wird durch blühende *Oxalis*, *Orobis*, *Mercurialis* sowie *Ranunculus cassubicus* ersetzt und die Farne beginnen sich zu entwickeln. Darauf folgt die Blüte von *Stellaria holostea*, *S. nemorum*, *Trientalis* und *Galeobdolon*. Mitte Juni tritt ein

¹ Vgl. dazu den Fichten-Tannen-Buchen-Urwald Rothwald in Nieder-Österreich (kurz beschrieben

bei H. WALTER: Allgemeine Geobotanik, auf S. 129–136. UTB, Stuttgart 1973).

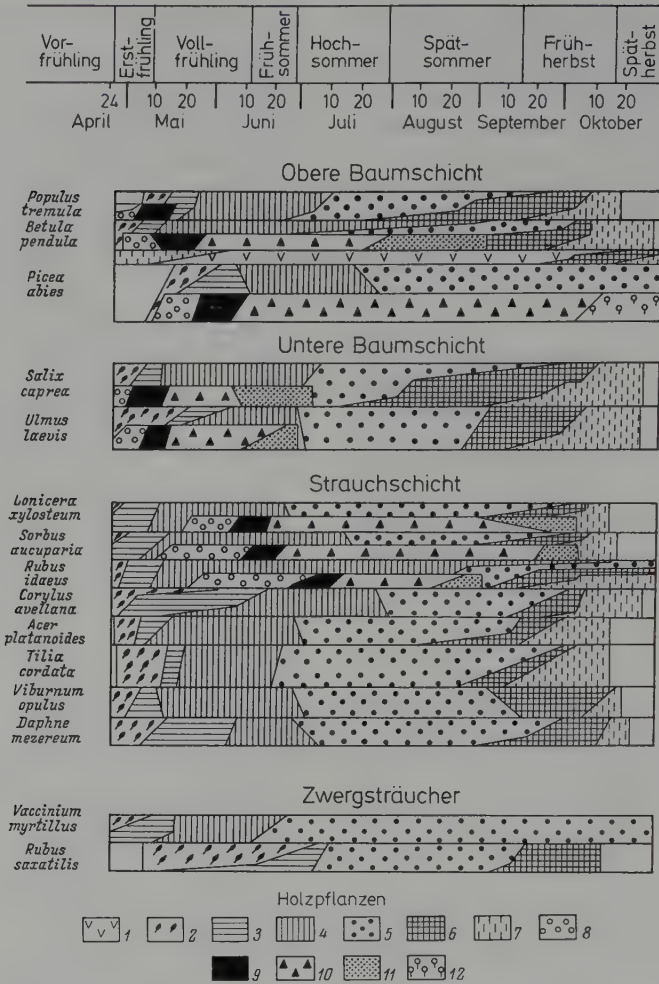


Abb. 98a-c. Phänologisches Spektrum des Mischwaldes *Piceetum tiliosum* im Zentralen Waldnaturschutzgebiet (um 56°N und 32°E, Gebiet Kalinin). Aus KARPOV, 1973.

Abb. 98a. Phänologie der Holzpflanzen: 1 = aktive Phase der *Picea*-Nadeln, 2 = Knospenschwellung, 3 = Öffnen der Knospen, 4 = Wachstum der Blattorgane, 5 = letztere ausgewachsen, 6 = Vergilbung, 7 = Entlaubung bzw. teilweiser Nadelabwurf, 8 = Schwellung der Blütenknospen, 9 = Blüte oder Anthese, 10 = Früchten, 11 = Aussamung, 12 = Zapfenreife.

zweites Blütenmaximum ein mit *Actaea*, *Asperula*, *Polygonatum*. Im Sommer ist die Zahl der blühenden Arten gering (*Linnaea*, *Majanthemum*, *Orchis*, *Aconitum*, *Circaea*). Erst im Herbst folgt *Solidago* und im Oktober beginnt der Laubfall.

Das Bodenprofil weist eine gewisse Podsolierung auf:

0–5 cm A₀ Dunkelbraune feuchte Streuschicht:
0–2 cm von Bodeninsekten zerfressene und stark zersetzte Blätter mit Bakterien- und Pilz-Schleim

bedeckt. 2–4 cm nur noch aus Fichtennadeln und kleinen Zweigen bestehend, Pilzhyphen an der Kontaktzone zur nächsten Schicht angereichert; 4–5 cm dunkler erdiger Humus, stark durchwurzelt.

5–20 cm A₁A₂ Lehmiger, stellenweise humoser, strukturierter Horizont mit vielen Wurzeln.

20–37 cm A₂ Ähnlich, aber teilweise gebleicht mit Eisenoxid-Konkretionen; Wurzelgänge braun gefleckt.

37–50 cm B Bunter Anlehm mit graugelben oder rosagrauen Teilen des Muttergesteins, runden braunen Eisenoxid-Konkretionen und schwarzem

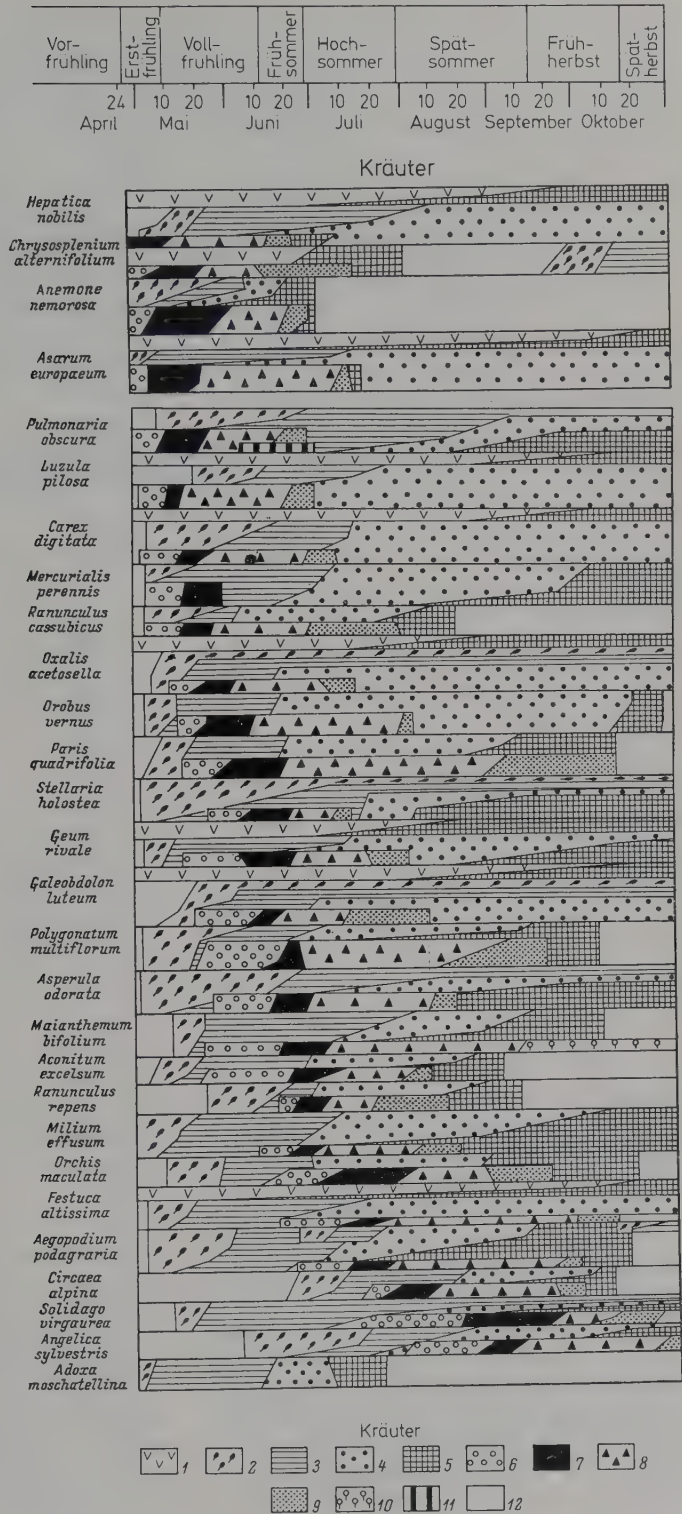


Abb. 98b. Phänologie der perennierenden Kräuter: 1 = Wachstumsbeginn, 2 = Austreiben, 3 = Blattbildung, 4 = Blätter ausgewachsen, 5 = Absterben, 6 = Blütenknospenbildung, 7 = Blüte, 8 = Fruchten, 9 = Aussamung, 10 = Frucht reife ohne Aussamung, 11 = Absterben der Blütenprose, 12 = Zeit der Ruhe.

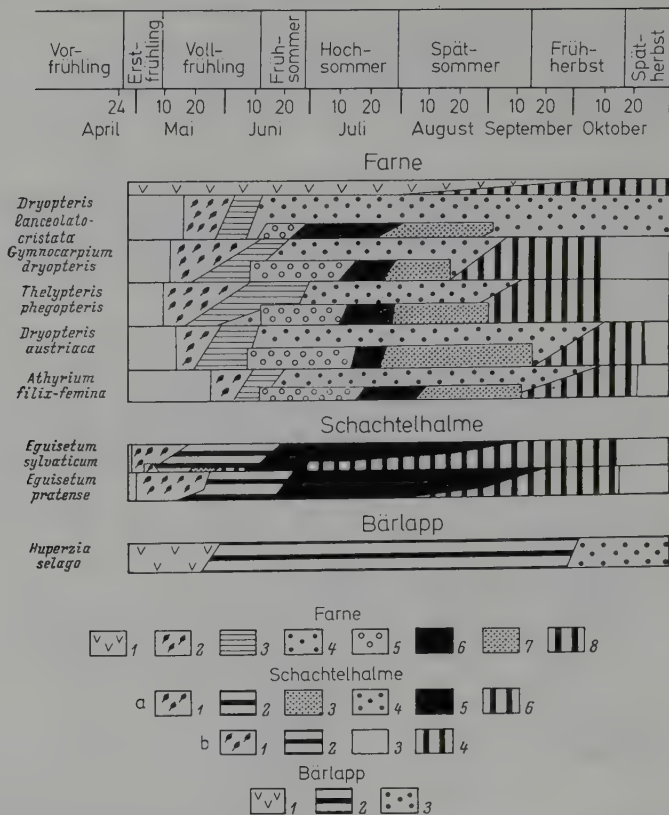


Abb. 98c. Phänologie der Pteridophyten. I Farne: 1 = Wachstumsbeginn, 2 = Erscheinen der Blätter, 3 = Aufrollen der Blätter, 4 = Blätter ausgewachsen, 5 = Erscheinen der Sori, 6 = Sporenreife, 7 = Sporenausbreitung, 8 = Absterben. II Schachtelhalme, a) Fertile Sprosse: 1 = Erscheinen dieser Sprosse, 2 = Wachstum bis Sporenreife, 3 = Ausstreuen der Sporen, 4 = Absterben der Sporophyllstände, 5 = Pflanze ausgewachsen, 6 = Absterben der fertilen Sprosse; b) Sterile Sprosse: 1 = Erscheinen der Sprosse, 2 = Sproßwachstum, 3 = Sprosse ausgewachsen, 4 = Absterben. III Bärlappe: 1 = Beginnendes Wachstum, 2 = Wachstum der Sprosse, 3 = Sporenbildung. *Huperzia* = *Lycopodium*.

Humus in Wurzelgängen. Gleibildung im unteren Teil.

50–90 cm BC Rotbraun, sandig mit Geschiebe.
unter 90 cm C Sandige Moräne mit Geschiebe.

Die pH-Werte sind: In den A-Horizonten um 4,5, im B-Horizont um 5,5 und im C über 7,5 oder tiefer um 8.

Klimatisch handelt es sich um ein humides Waldgebiet, doch zeigte das Klimatogramm für das Jahr 1951 eine sehr ausgesprochene Dürrezeit von 2 Monaten an und zwar von Anfang Juli bis Anfang September, also während der heißesten Jahreszeit. In solchen Jahren ist die Gefahr von Waldbränden in Nadelholzbeständen sehr groß. Auf Brandflächen aufgewachsene Bestände sind im Gebiet bekannt.

Die Produktivitätsbestimmungen wurden noch nicht abgeschlossen. Erwähnt seien die Bestimmungen des Blattflächenindex von Fichtenwäldern:

	Baum- schicht	Gesamt- bestand
<i>Piceetum myrtilloso-oxalidosum</i>	8,8	9,7
<i>Piceetum sphagnoso-myrtillosum</i>	7,7	8,9
<i>Piceetum caricoso-sphagnosum</i>	2,2	4,3

Urwaldgebiet von Bialowjesch

Das nächste Beispiel bringen wir aus dem äußersten Südwesten der Mischwaldzone, aus dem Übergangsgebiet zu der westlichen Hälfte von Europa: Es handelt sich um das bekannte

130000 ha große Urwaldgebiet von Bialowjesch, das fast auf der Ostsee-Schwarzmeer-Wasserscheide etwa 70 km nördlich von Brest-Litowsk liegt. Hier überwiegen bereits die Laubhölzer, wenn auch die Fichte (*Picea abies*) noch reichlich vertreten ist. Die Buche (*Fagus sylvatica*) fehlt; die wichtigste Holzart ist die Hainbuche (*Carpinus betulus*).

Von westlichen Geoelementen spielt noch *Quercus petraea* eine gewisse Rolle; *Abies alba* und *Hedera helix* sind selten, *Taxus baccata* kam vor 80 Jahren noch vor; im Unterwuchs findet man *Cytisus nigricans*, *Dianthus carthusianorum* u. a., die hier ihre Ostgrenze haben.

Eine ausführliche Beschreibung hat PACZOSKI (1928, 1930, franz. u. deutsch) gegeben. Das Gelände ist fast eben, z. T. sumpfig; einige Moränenzüge erheben sich bis 202 m NN, die Flußtäler sind bis 140 m NN eingeschnitten. 4595 ha stehen unter vollkommenem Schutz und geben uns die Möglichkeit, die Verhältnisse in einem Laubwald-Urwald zu studieren. PACZOSKI betont, daß für die Gliederung in Waldtypen die Zusammensetzung der Baumschicht maßgebend ist. Die Mikromosaikstruktur aller Urwälder, die durch die wechselnden Lichtverhältnisse, durch das in allen Stadien der Verwesung am Boden liegende Holz und durch das Mikrorelief des Bodens (Anhebung der Bodenoberfläche durch die flachstreichenden Wurzeln der alten Bäume) bedingt wird, hat zur Folge, daß der Unterwuchs sehr heterogen ist.

Um den Aufbau der Baumschicht zu erfassen, verwendet PACZOSKI die Stammzahl und den Stammdurchmesser in Bruthöhe für die einzelnen Arten auf dem Hektar, wobei nur Stämme mit über 10 cm Durchmesser berücksichtigt werden. Als Beispiel kann ein Hainbuchen-Kiefernbestand dienen. (Tab. 10)

Die Stammzahlanalyse ergibt somit in diesem Falle auf dem Hektar 375 Stämme, davon 161 *Carpinus* (mittl. \varnothing 26,1 cm), 171 *Picea* (mittl. \varnothing 28,3 cm), 17 *Quercus* (mittl. \varnothing 42,6 cm), 8 *Pinus* (mittl. \varnothing 63,3 cm), 6 *Populus* (mittl. \varnothing 58,3 cm).

Interessant ist das starke Vorherrschen von *Picea* mit besonders vielen Jungbäumen, aber auch einzelnen sehr großen Stämmen. Über das Alter sagt der Stammdurchmesser nichts aus. Bei den anderen vorherrschenden Baumarten liegt das Maximum der Stammzahl mindestens bei mittleren Größen. Das abweichende Verhalten der Fichte ist darauf zurückzuführen, daß

Tab. 10: *Carpinetum pinetosum*: Zahl der Stämme auf 1 Hektar.

Durchmesser-Klassen (in cm)	10–20–30–40–50–60–70–80–90
<i>Carpinus betulus</i>	14 24 66 50 6 1
<i>Picea abies</i>	81 29 15 15 13 15 8 1
<i>Quercus robur</i>	1 3 5 3 3 1 0 1
<i>Pinus sylvestris</i>	0 0 0 1 0 5 1 1
<i>Populus tremula</i>	0 0 0 0 4 0 2
Dazu kommen	5 <i>Acer platanoides</i> (\varnothing 9, 19, 21, 26 und 32 cm)
	4 <i>Betula verrucosa</i> (\varnothing 29, 51, 52 und 69 cm)
	3 junge <i>Sorbus aucuparia</i> (\varnothing 3, 6 und 8 cm)
	35 <i>Corylus avellana</i> -Sträucher.

ihre Sämlinge günstige Wuchsbedingungen auf alten am Boden liegenden Stämmen und auf Baumstümpfen finden, also auf saurem Substrat und unter günstigeren Lichtverhältnissen in den Kronenlücken. Sobald sich diese schließen, kümmern jedoch die Bäume und sterben ab; nur einzelnen gelingt es sich durchzusetzen und diese bilden besonders hohe und starke Bäume, die über das Kronendach hinausragen. In einem bewirtschafteten Wald ohne totes Holz und ohne Kronendachlücken könnte sich die Fichte nicht halten. Die mehr Licht verlangende Kiefer hat diese Möglichkeit, sich in kleinen Lücken zu verjüngen nicht. Sie ist deshalb nur durch besonders starke Stämme in der obersten Baumschicht vertreten; die Verjüngung erfolgt nur nach großflächiger Lichtung durch Katastrophen. Die einzelnen starken Espen und Birken sind ebenfalls Zeugen einer früheren Lichtung, auf der sie als Vorhölzer heranwuchsen. Die jungen Ebereschen werden durch Vögel ausgesät und haben keine Möglichkeit heranzuwachsen; auch die Eicheln werden durch den Häher verbreitet und einzelnen Bäumen gelingt es sich kräftig zu entwickeln.

Was nun die Waldgesellschaften anbelangt, so unterstreicht PACZOSKI, daß sie sich im Urwald nicht abgrenzen lassen und ineinander übergehen. Man kann nur abstrakte Typen aufstellen.

Die wichtigsten als «Grud» bezeichneten Gesellschaften in Bialowjesch sind die **Carpineta**:

Auf 14 Probeflächen (Größe je 1 ha) wurden folgende Stammanteile der einzelnen Baumarten in % festgestellt:

<i>Carpinus</i>	<i>Picea</i>	<i>Acer</i>	<i>Tilia</i>
44,4%	35,9%	8,8%	6,7%
<i>Quercus</i>	<i>Fraxinus</i>	<i>Ulmus</i>	<i>Betula</i>
2,3%	0,7%	0,5%	0,06%
<i>Alnus</i>	<i>Populus</i>	<i>Malus</i>	
0,03%	0,03%	0,03%	

Die wichtigste aufbauende Art des Bestandes ist *Carpinus*. *Picea* ist mehr ein Eindringling, der zwar der Stammzahl nach stark vertreten ist, aber meist kümmerlich. *Quercus* steht oft an staunassen Stellen und wächst gut, auch *Fraxinus* sowie *Ulmus scabra* (= *montana*) bevorzugen ebenfalls lokale feuchtere Stellen im Bestand. Die Strauchschicht ist schwach ausgebildet. *Corylus* entwickelt sich nur in feuchten lichterem Varianten; *Eoymus europaeus* oder *E. verrucosus*, *Daphne* und *Hedera* kommen selten vor. *Tilia* tritt stellenweise als Strauch auf.

Die Krautschicht fehlt bei dichtem Kronenschluß ganz, nur im Frühjahr entwickelt sich ein *Anemone nemorosa*-Teppich mit *A. ranunculoides*, weniger häufig auch *Hepatica triloba*.

An lichten Stellen wachsen, aber in wechselnder Zusammensetzung: *Isopyrum thalictroides*, *Ranunculus lanuginosus*, *Stellaria holostea*, *Pulmonaria officinalis*, *Gagea*-Arten (selten), *Corydalis solida* (*C. cava* selten), *Allium ursinum* (nur stellenweise in Massen), *Dentaria bulbifera*, *Galeobdolon luteum*, *Asarum europaeum*, *Carex pilosa* (stellenweise viel), *Carex digitata*, *C. sylvatica*, *Milium effusum*, *Geranium robertianum*, *Sanicula europaea*, *Aegopodium podagraria*, *Phegopteris dryopteris* (stellenweise viel), *Equisetum pratense*, *Oxalis acetosella*, *Majanthemum bifolium*, *Ajuga reptans*, *Viola sylvatica*, *V. mirabilis* (nicht überall), *Glechoma hederacea*, *Dactylis glomerata*, *Hordelymus europaeus* (nicht überall), *Bromus benekenii*, *Brachypodium sylvaticum*, *Lathraea squamaria*, *Stachys sylvatica*, *Lampsana communis*, *Neottia nidus-avis*, *Asperula odorata* (flächenweise deckend), *Orobanchus vernus*, *Actaea spicata*, *Cardamine impatiens*, *Epilobium montanum* u.a. Man sieht, daß je nach den Lichtverhältnissen auch die schattenliebenden mitteleuropäischen Buchenwaldpflanzen reichlich vertreten sind.

An feuchten Standorten mit mehr *Acer*, *Fraxinus* und *Ulmus* findet man viel *Corylus* und am Boden verbreitet *Mercurialis perennis*, mehr *Hordelymus*, *Asperula* und *Sanicula*, oft flächenmäßig *Urtica dioica* und vereinzelt *Arctium nemorosum*. Die Baumschicht ist dann folgende:

<i>Carpinus</i>	<i>Picea</i>	<i>Acer</i>	<i>Fraxinus</i>
46,2%	28,6%	13,1%	12,2%
<i>Ulmus</i>	<i>Betula</i>	<i>Populus</i>	<i>Pinus</i>
3,5%	0,6%	0,6%	ein Baum

Carpinetum quercetosum

Diese Gesellschaft ist an ärmere Böden gebunden, auf denen sich *Carpinus* schwächer entwickelt (\varnothing unter 20 cm), während die Eiche einen höheren Anteil erreicht und Stämme von 1,5 m \varnothing bilden kann. Auf einem Hektar findet man folgende Stammzahlen: 250 *Carpinus*, 75 *Quercus*, 82 *Picea*, 22 *Acer*; *Pinus*, *Betula*, aber auch *Populus tremula* kommen hinzu. Die Krautschicht ist wenig entwickelt, anspruchslose Arten treten auf, wie *Rubus saxatilis*, *Convallaria majalis*, *Ramischia secunda*, häufig *Vaccinium myrtillus*, aber selten *V. vitis-idaea*.

Carpinetum pinetosum

Die Zusammensetzung der Baumschicht von dieser Gesellschaft wurde bereits auf S. 111 angegeben. Der Boden ist noch ärmer, so daß *Carpinus* und *Quercus* kleiner bleiben, dagegen *Picea* sich besser entwickelt; *Pinus* ist zwar wenig zahlreich, aber für diese Bestände besonders bezeichnend. Im Unterwuchs findet man neben den üblichen Laubwaldarten (*Asperula*, *Dentaria*, *Ajuga*, viel *Carex digitata*) besonders *Vaccinium myrtillus* mit *Ramischia secunda*, *Rubus saxatilis* sowie *Lycopodium annotinum*.

Querceta

Diese als «Dubrawa» bezeichneten Eichenwälder kommen dort vor, wo die Standortbedingungen *Carpinus* nicht zusagen. Auf armen trockenen Böden dominiert *Quercus petraea*, also eine typische westeuropäische Art an ihrer Ostgrenze, auf feuchten Böden dagegen ist *Quercus robur* bestandbildend. Auf sehr armen trockenen Böden nimmt der Anteil von *Pinus* zu, auf moorigen Böden auch *Betula*. Im einzelnen gehen wir auf diese Gesellschaften nicht ein. Auch *Piceeta* und *Pineta* sind vertreten, in denen Fichte oder Kiefer miteinander oder jede mit Laubholzarten gemischt wachsen. Die verschiedenen *Pineta* ebenso wie die im Urwald von Bialowjesch verbreiteten *Alneta* werden wir bei der Besprechung der Wälder Polesiens ausführlich behandeln (S. 119 ff.).

Andere Mischwälder

In den südöstlichen Nadel-Laubmischwäldern im Gebiet von Moskau nimmt der Anteil der Laubwaldarten immer mehr zu.

Nach Kahlschlag oder Waldbrand kommen in diesen Wäldern als Vorhölzer die Birke und die Espe auf, erst später stellen sich die Baumarten der Schlußgesellschaft ein (unter Espen



Abb. 99. Ausgedehnte Erlen-Birkenbruchwälder am See Sabolotje bei Wladimir (im Hintergrund); vorn *Typha angustifolia* (Foto FLEROFF).

langsamer als unter Birken), wobei die Eiche sich schwerer verjüngt als die Fichte. Durch die Forstwirtschaft wird meistens die letztere begünstigt. Bei wenig rationeller Waldnutzung bleibt der Anteil der Birken sehr hoch; Fichten-Birken- oder Birken-Fichten-Wälder sind deshalb weit verbreitet, ebenso birkenreiche Bruchwälder (Abb. 99 und 100).

Östlich der Wolga treten schon sibirische Nadelbaumarten hinzu, während von den Laubhölzern die Esche ausfällt und die Bedeutung der Eiche abnimmt. Die wichtigste Art ist dort die Linde, die sogar Reinbestände bilden kann. Um Kasan werden die besseren Böden auf karbonatreichem Muttergestein von *Abies sibirica* bevorzugt. Je mehr man sich dem Ural nähert, desto größer wird die Bedeutung von *Abies*, desto mehr verringert sich der Anteil von *Ulmus* und *Acer*; *Quercus* verschwindet fast ganz; es bleibt nur *Tilia* nach. Auch in der Krautschicht nehmen europäische Arten immer mehr ab, dagegen östliche Arten deutlich zu, wie z.B. *Aconitum excelsum*, *Knautia tatarica*, *Cicerbita gmelinii*, *Cacalia hastata* (= *Senecio sagittatus*), *Bupleurum aureum* u.a.; auch Farne (*Athyrium filix-femina*, *A. crenatum* und *Dryopteris linnaeana*) werden häufiger.

Eine ganz andere Gruppe bilden die Kiefern-Laubholzwälder, die man in den Sandgebieten mit fluvio-glazialen Ablagerungen (vgl. Abb. 56) bis in die Laubwaldzone hinein antrifft,

ebenso wie auf den Wasserscheiden der Wolga-Erhebung mit anstehenden Sanden und Sandsteinen des Paläogens oder auf den Kalken der Shiguli (Wolga-Höhen).

Das sehr ausgedehnte Laubwald-Gebiet im Südwesten, zum größten Teil südlich von der Fichtengrenze, aber noch innerhalb des Hainbuchegebietes, das ganze Pripjat-Becken (Rokitno-Sümpfe) umfassend, ist der als Polesje bekannte Teil der Ukraine. Er wird im Abschnitt 3 ausführlich besprochen. Sandige Böden und Dünen sind dort sehr verbreitet.

Weitere Sandgebiete seien genannt:

1. die Sande auf dem linken Dnjepr-Ufer in einer Breite von etwa 6 km; auch sie sind fluvio-glazialer, z.T. alluvialer Entstehung; die Parabeldünen wurden durch Westwinde aufgeweht und sind in der Postglazialzeit entstanden;
2. an der Oka im Gebiet von Rjasan, wo die vom Gletscherschmelzwasser abgelagerten Sande eine Zone zwischen den Moränen im Norden und dem Lößgebiet im Süden bilden; die oft über 10 m hohen Dünen sind mit Kiefernwäldern bedeckt, die sich über sehr viele Kilometer erstrecken;
3. im Kasanschen und Gorkischen Transwolgagebiet über permischen Kalken mit sumpfigen Kiefernwäldern und Hochmooren.

Für alle diese Sandgebiete sind entweder reine Kiefernwälder oder bei einem gewissen Ton-



Abb. 100. Erlen-Birkenbruchwald (Foto FLEROFF): *Nardosmia (Petasites) frigida* (große Blätter vorne), *Filipendula ulmaria*, *Carex elongata*, *Salix caprea* u. a.

gehalt der Sande Kiefern-Laub-Mischwälder bezeichnend. Für die reinen Kiefernwälder ist die russische Bezeichnung «Bor» üblich, für die Kiefern-Eichenwälder «Subor», die von SUKA-

TSCHEV als *Pineta composita*, von ALECHIN als *Pineta nemorosa* und von KLEPOV als *Querceto-Pineta* bezeichnet werden. Wir wollen die letztere Bezeichnung verwenden. Ausschlaggebend für die Zusammensetzung sind die Bodenverhältnisse. Die reinen Kiefernwälder mit vereinzelter Birken findet man auf nährstoffarmen (oligotrophen) Sanden. Bei einem gewissen Tongehalt, auf lehmigen Sanden und etwas höherem Nährstoffgehalt stellt sich die Eiche in der unteren Baumschicht ein. Auf Leimboden kommt im Südwesten die Hainbuche hinzu; diese Wälder (Carpineto-Querceto-Pineta) nennt man «Sugrudki». Auf den besten Böden schließlich wird die Kiefer verdrängt und man hat dann reine Laubwälder (Carpineto-Querceta), einen «Grud». Schematisch sind diese Verhältnisse auf Abb. 101 dargestellt. Aufnahmen von diesen Wäldern zeigen Abb. 102–104.

Die Pollenanalyse ergab für das Polesje-Gebiet (Polesien) folgende 4 Waldphasen in der Postglazialzeit (SEROV):

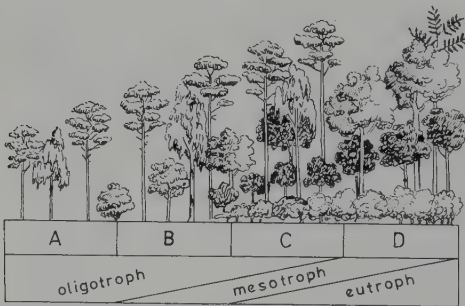


Abb. 101. Abhängigkeit der Zusammensetzung der Mischwälder von dem Boden (oligotrophe Sande, mesotrophe Lehme, eutropher Löß): A = Bor (*Pineta*), B = Subor (*Querceto-Pineta*), C = Sugrudki (*Carpineto-Querceto-Pineta*), D = Grud (*Carpineto-Querceta*). Nach POGREBNJAK (aus WALTER 1968).



Abb. 102. Teterew-Fluß mit anstehendem Granit (Wolynisch-Podolische Platte). Auf Granit-Erhebung reiner Kiefernwald = Bor (Foto H.WALTER, ebenso Abb. 103-104).

1. Pollen von *Salix*, *Betula* und *Pinus*
2. Stark vorherrschend *Pinus*-Pollen
3. Pollen von *Quercus* und *Pinus*
4. Dieselben mit *Carpinus*-Pollen in den oberen Schichten.

Reine Kiefernwälder waren somit im Boreal weit verbreitet, aber sie wurden später nach dem Einwandern von Laubhölzern z.T. verdrängt und konnten sich bis zum heutigen Tage nur auf den ärmsten durch den Wind umgelagerten Quarzsanden der Dünengebiete halten. Auf allen etwas besseren Böden bildeten sich Mischbestände aus. In den Sander-Bereichen läßt sich



Abb. 103. Kiefern-Eichenwald (Subor) im südlichen Polesien bei Wladimir-Wolynski. Kiefer gut entwickelt, Eiche buschförmig im Unterwuchs.



Abb. 104. Eichen-Hainbuchenwald (Grud) auf der zweiten Terrasse des südlichen Bug; sehr schattig.

vom Dünenkamm bis in das Dünental meist folgende ökologische Reihe beobachten: *Pinetum cladinum* – *P. vaccinosum* – *P. myrtillosum* – *P. uliginoso-ledosum* (nach KLEOPOV, dem *P. polytrichosum* entsprechend) übergehend in oligotrophe *Sphagnum*-Moore (Abb. 105).

Wird das Dünengebiet dagegen von einem Wasserlauf durchschnitten, so gesellt sich im unteren Teil, also im *Pinetum myrtillosum*, die Eiche (*Quercus robur*) hinzu und bei stärkerer eutropher Vernässung die Erle (*Alnus glutinosa*),

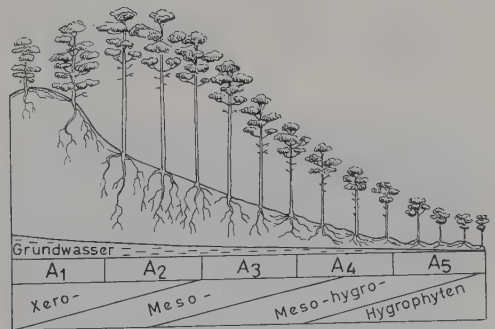


Abb. 105. Wüchsigkeit der Kiefer auf reinem Sandboden in Abhängigkeit vom Grundwasserstand (nach POGREBNJAK, aus WALTER 1968). Änderung der *Pineta* mit zunehmender Feuchtigkeit: A₁ = *Pinetum cladinum*, A₂ = *P. vaccinosum*, A₃ = *P. myrtillosum*, A₄ = *P. uliginoso-ledosum* auf Gleipodsol, A₅ = *Sphagnum* mit kümmerlichen Kiefern auf Torfboden.



Abb. 106. Blühende *Androsace villosa* (Glazialrelikt) auf einem Kreidehang am rechten Oskol-Ufer (Foto KOZO-POLJANSKI).

so daß die Reihe mit einem Erlenbruch endet. Brennen die reinen Kiefernwälder ab, so bedeckt sich die Fläche vorübergehend mit Heidekraut (*Calluna vulgaris*).

Die Wüchsigkeit der Kiefer auf reinem Sandboden hängt vor allem von der Wasserversorgung ab. Sie ist auf den trockenen Dünenkämmen schlechter, wird aber auch bei zu hohem Grundwasserstand, also bei Vermoorung stark herabgesetzt, wie es das Schema auf Abb. 105 zeigt (vgl. auch WALTER 1968, S. 413–416).

Die Mischwälder mit Hainbuche (*Carpinus betulus*) findet man nur im Arealbereich dieser Baumart, deren Ostgrenze wenig über den Dnjepr reicht (vgl. Abb. 97). Weiter im Osten tritt die Linde (*Tilia cordata*) an die Stelle der



Abb. 107. *Hyssopus cretaceus* (Xerothermrelikt) auf Kreideentblößen an der Sosna, einem Nebenfluß des Don (Foto KOZO-POLJANSKI).

Hainbuche, so daß die Reihe von den *Querceto-Pineta* zu den *Tilieto-Querceto-Pineta* und schließlich zu den reinen Laubwäldern, den *Tilieto-Querceta*, führt. Bei den *Querceto-Pineta* erhebt sich die Frage, wie sich unter natürlichen Verhältnissen die Kiefer verjüngt. SUKATSCHEV vertritt mehr auf Grund von theoretischen Überlegungen die Ansicht, daß die Kiefer aus diesen Wäldern mit der Zeit verschwinden muß, weil die Beschattung unter Eichen ein Aufkommen von Kiefernjungwuchs nicht erlaubt. Dieser Ansicht widersprechen die Vertreter des Waldbaus, indem sie auf das Auftreten der Markfäule bei den Eichen dieser Wälder sowie ihre allgemein geringe Lebensdauer und die direkte Beobachtung von Kiefernverjüngung hinweisen. Daß die Kiefer in früheren Zeiten in Wäldern vorkam, in denen sie heute als Folge der Eingriffe des Menschen fehlt, dafür sprechen Ortsnamen, wie Borowka u.a., die auf den Kiefernwald (Bor) hinweisen, sowie die mächtigen Kiefernbalcken im Baugerüst alter Kirchen. An der Natürlichkeit dieser Mischwälder dürfte kaum zu zweifeln sein. Man darf nicht vergessen, daß Urwälder kein geschlossenes Kronendach besitzen und in ihnen immer Lücken entstehen, auf denen die Kiefer leicht anfliegen und aufwachsen kann. Wir sind zu sehr gewohnt, auf Grund unserer Erfahrungen mit bewirtschafteten homogenen Forsten zu urteilen, während Urwälder immer sehr heterogene Mosaik-Komplexe darstellen (vgl. Verjüngung der Eiche in Eichen-Hainbuchen-Urwäldern im Kaukasus, s. Teil VII, 4d).

Die Kiefern-Eichenmischwälder unterliegen heute mannigfachen Einflüssen des Menschen. Sie spielten früher auch in Mitteleuropa eine große Rolle, wurden jedoch durch die rationelle Forstwirtschaft in reine Kiefernwälder übergeführt. Erst in den letzten Jahrzehnten strebt die Forstwirtschaft wieder eine Umwandlung in Mischbestände an. Auf die genaue floristische Zusammensetzung dieser Kiefernwälder und der Kiefern-Mischwälder gehen wir im übernächsten Abschnitt 3 ausführlich ein.

Sehr eigenartig ist die Zusammensetzung der Kiefernbestände auf den Karbonkalken der Shiguli an der Wolga mit *Arctostaphylos uva-ursi* und Steppensträuchern (*Amygdalus nana*, *Cerasus fruticosa*, *Caragana frutex*) und *Stipa ioannis*. Sie erinnern an ähnliche im Vorgebirge des Ural und in Baschkirien, in denen noch *Helictotrichon (Avena) pubescens* und *H. schellianum* hinzukommen.

Eine Besonderheit sind auch die lichten Kiefernbestände am Südostrand der mittellrussischen Erhebung (293 m NN) mit zahlreichen interessanten Relikten (KOZO-POLJANSKI 1928/29 und 1931/32). Auf diesen leicht erodierbaren Kreidehängen kamen früher wahrscheinlich Eichen-Kiefernbestände vor; heute sind es meist nur vereinzelte Kiefern oder auch diese fehlen und nur Stümpfe von Birken sind Zeugen eines früheren Baumbestandes. Auf die Anwesenheit von Reliktarten hatte LITVINOV aufmerksam gemacht. TALIEV war zwar der Ansicht, daß es sich um synanthrope Arten handelt, die durch den Menschen verbreitet wurden, doch wird diese Ansicht von anderen Forschern (KOZO-POLJANSKI, KLEOPOV) nicht geteilt. Besonders bekannt sind die Fundorte am Oskol im Gebiet Kursk.

Die mittellrussische Erhebung war im Pleistozän nicht vereist, sondern während der Eiszeit von periglazialen Steppen mit *Carex humilis* bedeckt (KLEOPOV). Von den heute vorhandenen Relikten nimmt man an, daß *Daphne sophia*, die systematisch sehr nahe der *D. altaica* und *D. caucasica* steht, ein Tertiärrelikt darstellt, während *Daphne julia* (cf. *D. cneorum*), *Androsace villosa* (Abb. 106), *Bupleurum ranunculoides*, *Potentilla tanaitica*, *Schivereckia podolica*, *Scutellaria verna* (= *S. alpina* var. *lupulina*), *Chrysanthemum arcticum-alaicum* Glazialrelikte aus den periglazialen Steppen sind. Zu einer weiteren Gruppe dürften Xerothermrelikte der postglazialen Wärmezeit gehören, wie *Hyssopus cretaceus*, *Scrophularia cretacea* u. a. (Abb. 107).

Weiter im Süden am Donez oberhalb Slawjansk stehen ebenfalls kreidige Jura-Schichten an, auf denen die obengenannten Reliktarten zwar meist fehlen, dafür jedoch mehr xerotherme Elemente wie *Cotinus coggygria* mit *Ligustrum vulgare*, *Helianthemum marifolium* var. *canum*, *Polygala cretacea* u. a., auch Orchideen wie *Cephalanthera rubra* und *Epipactis atrorubens* vorkommen, auf stark erodierten Hängen auch *Hyssopus cretaceus*, *Euphorbia petrophila*, *Hedysarum grandiflorum*, *Artemisia hololeuca* u. a., die oft üppig entwickelt sind.

2. Vergleich mit den Waldzonen im nordamerikanischen Raum

Betrachtet man die Vegetationskarte des östlichen und nördlichen Nordamerikas (Abb. 108) und vergleicht man sie mit der von Osteuropa

und Nordasien (Abb. 9 und 10), so fällt einem sofort ein wesentlicher Unterschied auf: Die Tundra mit der Waldtundra sowie die boreale Nadelwaldzone (Abb. 108, Zonen 2–5) verlaufen in Nordamerika ähnlich wie in Eurosibirien, d. h. annähernd parallel zu den Breitengraden, aber dann macht sich in Nordamerika südlicher ein Übergang zu einem meridionalen Verlauf bemerkbar, der bei den Prärien, die den Steppen entsprechen, sehr ausgesprochen ist (Abb. 108, Zonen 13–14). Dasselbe gilt in Nordamerika für die Halbwüstenzone in der Intermontanen Region, die schon außerhalb der Karte auf Abb. 108 liegt.

Dieser abweichende Zonenverlauf ist auf die besondere Oberflächengestaltung zurückzuführen – auf die mächtige meridional verlaufende Barriere der Rocky Mts, die eine Abnahme der Niederschläge im östlichen Nordamerika von Osten nach Westen bedingt.

Die Verhältnisse in der Mischwald- und Laubwaldzone sind komplizierter als in Osteuropa, aber sie beschränken sich auf den östlichen Teil und reichen nach Westen nur wenig über den 95. Längengrad hinaus. Den Übergang zu den Prärien vermitteln die Eichen-Hickory-Wälder (Zone 11 auf der Karte). Diese Zonen stoßen im Norden an die boreale Zone, aber nur bis etwa an den Winnipeg-See, während westlicher sich zwischen die nördlichsten Prärien und die boreale Zone ähnlich wie in Westsibirien eine Waldsteppe mit Espenhainen, die im nördlichen Teil eine Espenwaldzone bildet, einschiebt (Zone 12 auf der Karte). Vgl. dazu Teil IV, 7 b.

Die Verhältnisse im nördlichen Nordamerika entsprechen somit von Osten bis zum Winnipeg-See denen in Osteuropa, weiter westlich dagegen denen in Westsibirien (Fehlen der Breitlaubwälder), während es analoge extrem kontinentale Verhältnisse wie in Ostsibirien in Nordamerika nicht gibt. Nur das Klimadiagramm von Fort Yukon in Alaska erinnert an das von Jakuzk (Abb. 80).

Eine weitere Erschwerung für die Gliederung der Vegetation in Zonen kommt in Nordamerika durch die große Artenzahl der Holzpflanzen zustande. Der *Picea abies* und *P. obovata* der borealen Zone Eurasiens entspricht in Nordamerika in der borealen Zone *Picea glauca* (= *alba* = *canadensis*), in den westlichen Gebirgen aber *Picea engelmannii* und *Picea pungens*. Die im östlichen Teil verbreitete *Picea mariana* verhält sich ökologisch anders und kommt häufig auf moorigen

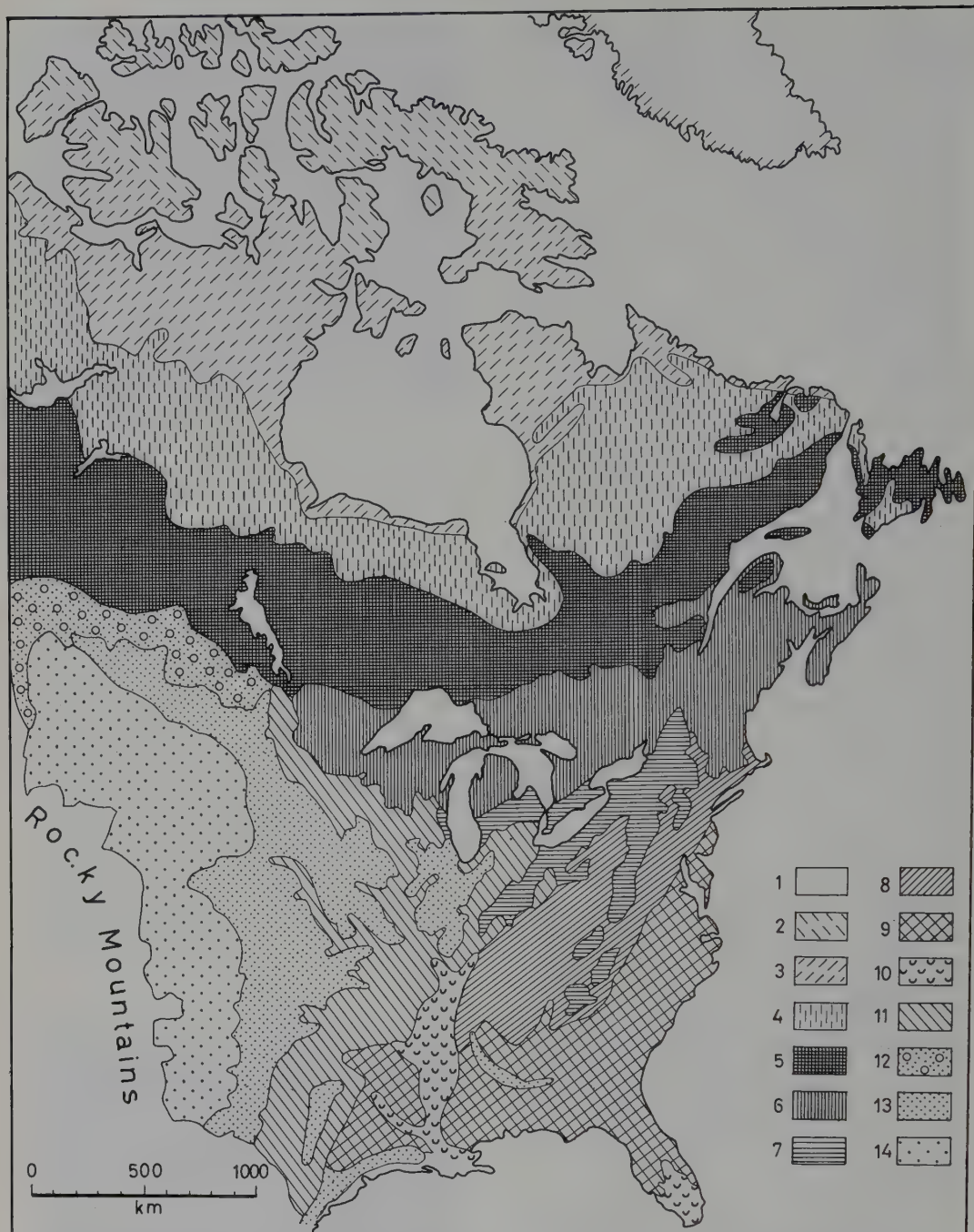


Abb. 108. Vegetationskarte von Nordamerika (aus H. WALTER 1968): 1 = vereist, 2 = nördliche und 3 = südliche Tundra, 4 = Waldtundra, 5 = borealer Nadelwald, 6 = Mischwälder, 7 = Buchen-Zuckerahorn-Laubwälder, 8 = Eichen-Mischwälder, 9 = Eichenwälder mit viel Kiefer, 10 = Auen- und Sumpfwälder, 11 = Eichen-Hickory-Wälder, 12 = nördliche Prärien mit Espenhainen und Espenwald, 13 = Langgrasprärie, 14 = Mischgras- und Kurzgrasprärie (Great Plains).

Standorten vor. Der *Abies sibirica* entspricht in der borealen Zone Nordamerikas *Abies balsamea* und in den Gebirgen *Abies lasiocarpa*. Der *Larix dahurica* steht die amerikanische *Larix laricina* nahe; da jedoch in Amerika die extrem kontinentale Zone fehlt, bildet sie keine lichte Taiga-Zone, sondern ist mehr an Moore gebunden und reicht nach Süden noch bis Minnesota hinein. Im Westen wird sie durch *Larix heterophylla* und im Gebirge durch *L. lyallii* vertreten (vgl. dazu die Abb. 128–131).

Der *Pinus sylvestris* entspricht in Amerika *Pinus banksiana* und im Westen in höheren Lagen *P. contorta* (= *murrayana*). Diese Arten sind jedoch nicht so weit verbreitet wie *Pinus sylvestris* in Eurasien; denn außer diesen Arten gibt es in Nordamerika eine Unzahl von anderen *Pinus*-Arten mit regional oder standörtlich beschränkter Verbreitung, z. T. auch solche, die in anderen Gebieten die zonale Vegetation, bzw. Höhenstufen bilden, wie die einnadelige *P. monophylla* und *P. edulis* (zweinnadelig, mit eßbaren Samen) an der unteren Waldgrenze gegen die *Artemisia tridentata*-Halbwüste oder die dreinadelige *P. ponderosa*, die riesige Flächen auf dem Colorado-Plateau bedeckt, bzw. für eine bestimmte Höhenstufe in den westlichen Gebirgen auf kalkfreien Böden bezeichnend ist.

Der 5-nadeligen *Pinus sibirica*, bzw. *P. cembra*, der kontinentalen borealen Zone und insbesondere der kontinentalen Gebirgshöhenstufe Eurosibiriens steht in der borealen Zone Nordamerikas kein entsprechender Vertreter gegenüber, aber um so zahlreichere Arten treten in den kontinentalen amerikanischen Gebirgsstufen auf, oft nach bestimmten regionalen Bereichen getrennt; zu nennen wären: *P. flexilis* und *P. strobiformis* der mittleren und höheren Lagen und *P. aristata* der extrem trockenen flachgründigen Standorte in den höchsten Lagen.

Abgesehen von diesen Beispielen könnte man noch viele *Pinus*- und *Abies*-Arten sowie andere Coniferen nennen, die in den Gebirgen Kaliforniens endemisch sind. Noch viel größer ist die Zahl der Nadelholzarten in den Mischwäldern. Weit verbreitet ist um die großen Seen in der klimatisch bedingten Mischwaldzone des östlichen Nordamerikas *Tsuga canadensis*, die sich in gewisser Hinsicht ähnlich wie die westeuropäische *Abies alba* verhält. Dazu kommen die Kiefern *P. strobus* und *P. resinosa*, *P. virginiana* und *P. pungens*, aber auch *Juniperus virginiana* und *Chamaecyparis*-Arten. Das gleiche gilt auch für

die Kiefern-Laub-Mischwälder auf Sandböden im Südosten, die edaphisch bedingt sind. Es handelt sich wiederum um eine ganze Anzahl von Arten mit verschiedener regionaler Verbreitung, wie *Pinus rigida*, *P. taeda*, *P. australis* u. a., die wirtschaftlich von großer Bedeutung sind und die man gegenüber den weniger wertvollen Laubhölzern begünstigt, indem man die Wälder periodisch abbrennt, damit sich die Kiefer besser verjüngen kann (Näheres bei R. KNAPP 1965 im Bd. I dieser Reihe der Vegetationsmonographien der einzelnen Großräume).

3. Spezielle Ausführungen über die Kiefern- und Kiefern-Laubwälder im Südwesten Osteuropas

a) Allgemeines

Von diesen Wäldern liegt eine sehr eingehende Bearbeitung im Anschluß an die Vegetationskarte der Ukraine von KLEPOV vor (vgl. S. 139). Sie bezieht sich vor allem auf das Waldgebiet (Polesje) der Nordukraine auf dem rechten Ufer des Dnjeprs im Bereich des Pripjat-Beckens, der Polesischen Niederung, einer Landschaft in der schwach-wellige, versumpfte Sandebenen oder etwas hügelige Moränengebiete überwiegen. Stellenweise ist es zur Ausbildung von Parabeldünen gekommen, aber der größte Teil, Tausende von Quadratkilometern sind Sümpfe und Niederungsmoore, die auch als Rokitno-Sümpfe bekannt sind. Sie ziehen sich sogar über besonders flache Wasserscheiden einzelner Nebenflüsse der Pripjat hinweg.

Der Ausdruck «Polesje» stammt von «les» (russ.) = Wald und bedeutet eine bewaldete Fläche. Dieses Gebiet liegt in der Ukraine zum größten Teil auf dem rechten Dnjepr-Ufer, greift aber auf das linke ukrainische Ufer des Dnjeprs über. Statt vom Polesje-Gebiet können wir ganz allgemein auch von «Polesien» sprechen.

In diesem Gebiet sind reine Kiefernwälder mit Kiefern-Laubmischwäldern, z. T. auch mit reinen Laubwäldern so eng miteinander verflochten, daß man häufig nur Makrokomplexe in Abhängigkeit von den Grundwasser- und den Bodenverhältnissen unterscheiden kann. Boreale Arten wachsen in diesen Wäldern auf armen Sandböden oft nahe beieinander mit Steppenarten auf Löß oder auf Humuskarbonatböden über anstehenden Kreideschichten.

Die Wälder sind zwar nicht unbeeinflusst von menschlichen Eingriffen geblieben, sie befinden sich jedoch z.T. in einem fast natürlichen Zustand und sind jedenfalls weniger verändert als die Kiefernforsten im benachbarten Mitteleuropa. Aus diesem Grunde kann uns die Kenntnis der Vegetationsverhältnisse in diesen Wäldern einen gewissen Hinweis geben, wie man sich die entsprechenden ursprünglichen Wälder in Mitteleuropa auf ähnlichen Sandböden vorzustellen hat. Eine ausführlichere Behandlung dieser Waldgesellschaften schien uns deshalb erwünscht zu sein. Die Ausführungen stützen sich auf die Erläuterungen zu der Vegetationskarte der Ukraine von KLEPOV (vgl. S. 139).

b) Reine Kiefernwälder (*Pineta*)

Solche als «Bor» bezeichneten Wälder wachsen in diesem Teil Osteuropas schon außerhalb des Fichtenareals auf den armen Sanden der Wasserscheiden zwischen den vielen Pripjat-Nebenflüssen, die auf der Übersichtskarte der Abb. 119 bezeichnet sind. Als Konkurrenten der Kiefer treten auf etwas reicheren Sandböden nur Laubhölzer, insbesondere die Eiche (*Quercus robur*) auf. Sonst bildet die Kiefer auf den armen Sanden Reinbestände. Höchstens gesellt sich die Birke hinzu.

1) **Der Preiselbeer- und Astmoos-reiche Kiefernwald** (*Pinetum hylocomiosum*) ist die wichtigste Assoziation auf frischen Standorten bei einem Grundwasserstand von 2–4 m unter der Bodenoberfläche (nach SUKATSCHEV = *Pinetum vacciniolum*).

Eine Strauchschicht fehlt, oder ist nur durch den Ginster, *Cytisus ruthenicus*, vertreten. In der Krautschicht dominiert meistens die Preiselbeere (*Vaccinium vitis-idaea*). Der Boden ist mit Laubmoosen (*Pleurozium schreberi*, *Dicranum undulatum*) dicht bedeckt. In stark gelichteten Beständen, auf Kahlschlägen und insbesondere nach Waldbränden kann das Heidekraut (*Calluna vulgaris*) häufig den ganzen Boden bedecken und zur Blütezeit im Spätsommer den Aspekt bestimmen. Unter natürlichen Verhältnissen handelt es sich hierbei nur um ein vorübergehendes Stadium. Ein solches kann auch durch das Reitgras (*Calamagrostis epigeios*) und den Schafschwingel (*Festuca ovina*) gebildet werden. Bezeichnend für diese Wälder sind *Thymus serpyllum* und *Peucedanum oreoselinum*.

Nach TSCHERNOGOLOWKO und BARBARITSCH (38 Bestandesaufnahmen) haben folgende Arten eine Stetigkeit von über 25 %:

Antennaria dioica, *Calamagrostis epigeios*, *Calluna vulgaris*, *Campanula rotundifolia*, *Carex ericetorum*, *Cytisus ruthenicus*, *Euphorbia cyparissias*, *Festuca ovina*, *Fragaria vesca*, *Hypericum perforatum*, *Hieracium pilosella*, *Helichrysum arenarium*, *Jasione montana*, *Koeleria glauca*, *Luzula pilosa*, *Nardus stricta*, *Pulsatilla patens*, *Peucedanum oreoselinum*, *Potentilla arenaria*, *Solidago virgaurea*, *Thymus serpyllum*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Veronica officinalis*.

Weniger häufig sind:

Ajuga reptans, *Geranium sanguineum*, *Chimaphila umbellata*, *Rubus saxatilis*, *Melampyrum pratense*, *Majanthemum bifolium*, *Potentilla erecta*, *Pteridium aquilinum*.

Von niederen Pflanzen seien genannt:

Pleurozium schreberi, *Dicranum undulatum*, *Ptilium crista-castrensis*, *Leucobryum glaucum*, *Polytrichum juniperinum* und viele Flechten.

Da das Relief nicht völlig eben ist, findet man in den Senken eine feuchtere Gesellschaft mit vorherrschender Heidelbeere in der Krautschicht (*Pinetum myrtillosum*), auf den Erhebungen der Dünen dagegen einen trockenen flechtenreichen Kiefernwald (*Pinetum cladinosum*) eingestreut. Die Kiefer wächst hier nur kümmerlich, die Birke fehlt ganz. In der Bodenflora gesellen sich zu den Waldarten sehr zahlreiche Arten der offenen Sandflächen.

Wir nennen folgende häufig vorkommende Arten:

Corynephorus canescens, *Koeleria glauca*, *Festuca ovina*, *Thymus serpyllum* (größere Flächen deckend), *Verbascum lychnitis*, *Veronica spicata*, *Solidago virgaurea*, *Scleranthus perennis*, *Peucedanum oreoselinum*, *Linaria genistifolia*, *Jasione montana*, *Hieracium pilosella*, *Helichrysum arenarium*, *Dianthus arenarius*, *Centaurea marshalliana*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Jurinea cyanoides* und die Sukkulente *Sempervivum ruthenicum* sowie *Sedum acre* (in größeren Flecken).

Dazu kommen stark deckend die Flechten: verschiedene Cladonien (*Cladonia mitis*, *C. alpicornis*, *C. fimbriata*, *C. rangiferina*, *C. sylvatica*, *C. uncialis*, *C. fuscata* u. a.), *Cetraria aculeata* und von Moosen *Polytrichum piliferum*, *Dicranum undulatum*, *D. scoparium*.

Gerät der Sand auf den Dünen in Bewegung, dann stellt sich eine artenarme, offene, sandsteppenartige Flora ein (*Festuca ovina*, *Koeleria glauca*, *Calamagrostis epigeios*, *Carex colchica*, *Dianthus arenarius*, *Thymus serpyllum*, *Artemisia campestris* u. a.).

2) Der Heidelbeer-reiche Kiefernwald (*Pinetum myrtillosum*)

kommt an feuchten Standorten vor. Das Grundwasser befindet sich in 1–2 m Tiefe. Die Böden

sind typische Sandpodsole mit einem mächtigen Bleichhorizont und Gleibildung.

In der Baumschicht ist die Birke häufig beigemischt; vereinzelt kommen die Wildbirne (*Pyrus communis*), die Espe (*Populus tremula*), die Flaumbirke (*Betula pubescens*) und auch Eiche vor. Die Strauchschicht fehlt ganz oder man findet Himbeere (*Rubus idaeus*), Brombeere (*R. caesius*), Faulbaum (*Frangula alnus*), Eberesche (*Sorbus aucuparia*), Ginster (*Cytisus ruthenicus*) und Grauweide (*Salix cinerea*). In der Krautschicht herrscht die Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*) vor; fast stets gesellen sich Pfeifengras (*Molinia coerulea*), Preiselbeere, Heidekraut und Haarsimse (*Luzula pilosa*) hinzu. Die Mooschicht ist deckend.

Auf Lichtungen stellt sich stets das Borstgras (*Nardus stricta*) ein. Es bildet einen dichten Rasen und begünstigt die Versumpfung. Das Heidekraut tritt hier schon mehr zurück. Als Vorholz spielt *Betula pendula* die Hauptrolle. Sie wächst rasch heran, wird dann aber durch die Kiefer mit der Zeit verdrängt.

Nach den Listen von TSCHERNOGOLOWKO, BARBARITSCH u.a. besitzen folgende Arten der Krautschicht eine Stetigkeit von über 25 %:

Agrostis canina, *Genista tinctoria*, *Molinia coerulea*, *Melampyrum pratense*, *Nardus stricta*, *Potentilla erecta*, *Ledum palustre*, *Trientalis europaea*, *Vaccinium myrtillus*, *V. uliginosum*, *V. vitis-idaea*, stellenweise ist häufig *Lysimachia vulgaris*.

Von Moosen sind vorherrschend: *Pleurozium schreberi*, *Dicranum undulatum*, *Hylocomium splendens* (*proliferum*), stellenweise *Polytrichum commune*.

Das Auftreten von Sumpfsporst (*Ledum palustre*) und *Vaccinium uliginosum* an den nassen Stellen zeigt schon an, daß in diese Assoziation Fragmente der nächsten eindringen.

3) Der nasse Sumpfsporst-reiche Kiefernwald (*Pinetum uliginoso-ledosum*)²

nimmt die niedrigeren Flächen mit einem Grundwasserstand von 0,5–1 m Tiefe ein und ist in den Heidelbeer-reichen Wald eingestreut. Hier beginnt schon die Moorbildung. Die Böden sind Gleipodsole mit einem torfartigen 20 cm mächtigen Auflagehumus.

Die Baumschicht besteht aus Kiefer und Birke. In der Strauchschicht treten nur wenige Weidenbüsche (*Salix cinerea*, *S. aurita*, *S. lapponum*) auf. Stark vertreten sind der betäubend riechende Sumpfsporst und die Sumpfheidelbeere. Dane-

ben findet man Heidelbeere und Preiselbeere. Die Krautschicht ist sehr artenarm. Das Pfeifengras (*Molinia coerulea*) bildet dichte Gruppen.

Nach Lichtung wächst *Polytrichum commune* stark heran. Es leitet zu Moorgesellschaften über. Wo es zur Torfbildung kam, stellen sich das Wollgras (*Eriophorum vaginatum*), *Andromeda polifolia* und vor allen Dingen die Torfmoose *Sphagnum acutifolium*, *S. obtusum*, *S. medium* (= *magellanicum*), *S. recurvum* u.a. ein. Damit hört die Pflanzengesellschaft auf ein Wald zu sein; sie wird zum Hochmoor, auf dem sogar subarktische Elemente wie *Chamaedaphne* (*Lyonia*) *calyculata*, *Oxycoccus microcarpus*, *Carex pauciflora* u.a. vorkommen (vgl. Moore, Teil V, 8).

Während es sich bei diesen Kiefernwäldern um 3 Assoziationen handelt, die einander nahestehen und sich in der Natur häufig im Zusammenhang mit dem Relief mosaikartig durchdringen oder eine Catena bilden, steht die nächste Assoziation ganz isoliert da. Sie hat mit den besprochenen nur das Vorherrschen der Kiefer in der Baumschicht gemeinsam, während sie der Bodenflora nach zu den Steppenwäldern zu stellen ist. Sie ist für die weiter östlichen Gebiete bezeichnend.

4) Der Steppen-Kiefernwald (*Pinetum substepposum*)

ist auf den sandigen linken Flußterrassen des Donez ebenso wie am Unterlauf der Samara verbreitet. Zwar kommen auch in diesen Wäldern noch viele nordische Elemente vor (*S. 125*) und eine Anzahl häufiger Kiefernwaldarten (*Chimaphila umbellata*, *Ramischia secunda*, *Pyrola rotundifolia*, *Lycopodium clavatum*, *Melampyrum pratense* u.a.), daneben findet man jedoch die Charakterarten der Sandsteppe und diese überwiegen meist:

Wir fügen hier eine kurze Beschreibung der reinen Kiefernwälder am Donez bei Smijew nach SOSULIN bei: Sie stocken auf schwach podsolierten Sanden; Birke in der Baumschicht ist selten; von Sträuchern kommt vereinzelt *Cytisus ruthenicus* und *Evonymus verrucosus* vor. An den trockensten Stellen dominieren Flechten (*Cladonia mitis*, *C. alcornis*) und Moose (*Polytrichum piliferum*, *Tortula ruralis*). Im Frühjahr treten viele Ephemerer auf: *Poa bulbosa*, *Myosotis arenaria*, *Veronica verna*, *Stenophragma thalianum*, *Gagea erubescens*, *Holosteum umbellatum*, *Cerastium sergii* usw. Im Sommer verbleiben: *Hieracium pilosella*, *Euphorbia seguieriana*, *Verbascum phlomidoides*, *Helichrysum arenarium*, *Potentilla argentea*, *Calamintha acinos*, *Thymus odoratissimus*, *Secale fragile*, *Kochia arenaria*.

² Gehört nach SUKATSCHEV zu den *Pineta polytrichosa* (vgl. Abb. 73).

Weitaus die größten Flächen nimmt eine Fazies mit dominierendem Reitgras (*Calamagrostis epigeios*) oder mit Seggen (*Carex michelii*, *C. ericetorum*, *C. ruthenica*) ein. Außer den genannten Arten besitzen eine Stetigkeit über 30%: *Cytisus ruthenicus*, *Genista tinctoria*, *Chondrilla juncea*, *Linaria vulgaris*, *Achillea millefolium*, *Sedum maximum*, *Viola arenaria*, *Polygonatum officinale*, *Ajuga genevensis*, *Hieracium pilosella*, *Poa angustifolia*, *Peucedanum oreoselinum*, *Hypericum perforatum*, *Vincetoxicum officinale*, *Centaurea marschalliana*, *Ranischia secunda*, *Veronica spicata*, *Dianthus campestris*, *Helichrysum arenarium*, *Festuca sulcata*, *Artemisia campestris*, interessant ist das Vorkommen von echten Steppenelementen: *Stipa ioannis*, *Verbascum phoeniceum*, *Scorzonera purpurea*, *Tragopogon donetzius*.

An etwas niedrigeren Stellen bildet der Adlerfarn (*Pteridium aquilinum*) eine Fazies, indem er fast alles bedeckt. Daneben findet man häufig: *Polygonatum officinale*, *Carex ruthenica*, *Phleum phleoides*, *Pulsatilla pratensis*, *P. patens*, *Geranium sanguineum*, *Genista tinctoria*, *Veronica chamaedrys*, *Campanula rotundifolia*, *Anthericum ramosum*, *Antennaria dioica*, *Polygonum convolvulus*, *Fragaria vesca*, *Potentilla rubens* u. a. Die Moosschicht deckt weniger als 10% (*Pleurozium schreberi*, *Dicranum undulatum*).

Wird der Sand losgetreten und vom Winde verweht, dann finden sich als Sandbefestiger *Salix acutifolia* und *Carex colchica*, späterhin *Festuca ovina* und *Thymus odoratissimus* ein. Nackte Sandflächen werden durch die vom Winde gerollte Flechte *Cornicularia steppae* bedeckt mit vereinzelt *Linaria odora*, *Secale fragile*, *Asperula graveolens* u. a.

c) Eichen-Kiefernwälder (*Querceto-Pineta*)

Wir haben unter diesen Wäldern wiederum zwei sich scharf unterscheidende Gruppen: 1. die Eichenkiefernwälder Polesiens und 2. die Eichenkiefernwälder der Waldsteppenzone auseinander zu halten.

Die ersteren sind hauptsächlich im rechtsufrigen Polesien verbreitet. Die größten Bestände finden wir ostwärts des Flusses Horyn, am Slutsch und westlich bis zur Wasserscheide des Ush, weiterhin ostwärts von Korosten bis zum Dnjepr. In dem Polesje-Gebiet auf dem linken Dnjeprufer nehmen diese Wälder keine so großen zusammenhängenden Flächen ein; denn die großen Lößinseln dieses Gebietes tragen richtige Laubwälder.

Die Böden dieser Wälder, die zu dem Waldtypus »Subor« gehören, sind schon fruchtbarer. Es sind schwach podsolige leichte lehmige Sande. Bei reinen Sanden findet man innerhalb des Wurzelbereiches lehmige Zwischenschichten.

Die Baumschicht besteht aus einer durch die Kiefer gebildeten oberen Schicht sowie einer unteren aus Eiche (*Quercus robur*). Die Kiefer ist auf diesen Böden viel kräftiger entwickelt; die Eiche zeigt alle Übergänge von niedrigen strauchförmigen Exemplaren bis zu hohen, die Kiefer fast erreichenden Bäumen (Abb. 103). Diese Unterschiede sind auf die verschiedenen Bodenqualitäten zurückzuführen. Neben der Eiche kommt auch die Birke vor. Das Unterholz ist schwach entwickelt (*Sorbus aucuparia*, *Frangula alnus*, *Evonymus verrucosus*). Die Krautschicht stellt noch ein Gemisch von lichtliebenden Laubwaldpflanzen und Kiefernwaldpflanzen dar. Die Artenzusammensetzung wechselt bei den verschiedenen Assoziationen in Abhängigkeit von der Feuchtigkeit des Standortes. Gemeinsam sind ihnen folgende Arten: Adlerfarn (*Pteridium aquilinum*), *Pulmonaria angustifolia*, *Cytisus ruthenicus*, *Genista tinctoria*, *Calluna vulgaris*, *Betonica officinalis*.

In solchen Wäldern kommt auch im mittleren Polesje-Gebiet die Reliktart *Rhododendron flavum* vor¹. Die Einteilung dieser Wälder lehnt sich ganz an die walddtypologische an (s. S. 77).

1) Der Kraut- und Adlerfarnreiche Eichen-Kiefernwald (*Querceto-Pinetum herbopteridiosum*)

ist die wichtigste Assoziation, die an frischen Standorten mit einem Grundwasserstand in 3–4 m Tiefe vorkommt. In der Krautschicht herrscht der Adlerfarn vor. Es gesellen sich niedrige Sträucher (60–80 cm) hinzu, wie *Genista tinctoria* (seltener *Genista germanica*), *Cytisus ruthenicus*, *C. biflorus* (zuweilen *C. nigricans*), *Rubus saxatilis*. Eine Anzahl besonderer Arten wird in der Tabelle 11 genannt. Die Moosschicht ist nicht geschlossen und um so dürrtiger, je mehr Laub den Boden bedeckt.

VOROBJEV unterscheidet 3 Subassoziationen: 1. eine auf leichteren Böden, in der die Eiche nur wenig im Unterholz vorkommt und die deshalb einen geschlossenen Moosteppich aufweist, 2. die typische und 3. eine auf schwereren Böden mit Eiche in der oberen Baumschicht und fast ohne

¹ Das Hauptareal von *Rhododendron flavum* (*Azalea pontica*) ist im Kaukasus-Anatolien mit einem Vorkommen in den Vorkarpaten. Im Polesje ist es ein Relikt aus dem Pleistozän oder dem Postglazial, ähnlich wie *Daphne cneorum*. Nach FOMIN kommt neben der gewöhnlichen *Pinus sylvestris* im Polesje auch *P. hamata* aus der Krim und dem Kaukasus vor.

Moose. Die erste nähert sich in der Zusammensetzung der Krautschicht den reinen Kiefernwäldern, die dritte stellt den Übergang zu den kiefernarmen Laubwäldern dar. Die verschiedene Stetigkeit der einzelnen Arten in den 3 Subassoziationen geht aus nachfolgender Tabelle hervor.

In der Subassoziation 1 kommen noch dazu: *Arctostaphylos uva-ursi*, *Lycopodium clavatum*, *L. complanatum*, *Hieracium pilosella*, *Solidago virgaurea*. In der Subassoziation 3 treten die Moose stark zurück und sind meist durch andere Arten vertreten, wie *Mnium cuspidatum*, *Catharinea undulata*, *Rhodobryum roseum*.

Waldbrände entstehen in diesen Wäldern seltener. Durch die starke Beschattung des Bodens bleibt die Streu feuchter. Das Heidekraut-Stadium ist nur bei der Subassoziation auf leichten Böden entwickelt. Auf Brandflächen und Schlägen kommen zuerst Birke und Kiefer und erst später Espe und Eiche auf.

Die Bestände werden meist stark beweidet. Das führt leicht zu einer Vergrasung durch Schafschwingel (*Festuca ovina*) seltener durch *Agrostis vulgaris*.

Nach TSCHERNOGOLOWKO ergibt sich auf 117 Probestellen aus dem ganzen Polesien westlich des Dnjeprs folgende Stetigkeit: *Betonica officinalis* und *Fragaria vesca* 97 %, *Solidago virgaurea* und *Pleurozium schreberi* 84 %, *Cytisus ruthenicus*, *Pteridium aquilinum*, *Vaccinium vitis-idaea* und *Euphorbia cyparissias* – alle über 70 %, *Potentilla alba*, *Festuca ovina*, *Genista tinctoria* und *Ramischia secunda* über 60 %, *Thymus serpyllum* 58 % usw.

2) Der Heidelbeer-reiche Eichen-Kiefernwald (*Querceto-Pinetum myrtillosum*)

ist weniger verbreitet als der vorhergehende. Am häufigsten tritt er auf am Slutsch sowie am Ush und im Norden des Tschernigow-Gebiets. Man findet diese Wälder auf ebenen Flächen mit einem Grundwasserstand von 1,5–3 m. Die Bö-

Tab. 11: Stetigkeit in v.H. der Arten des Adlerfarnreichen Eichen-Kiefernwaldes (nach VOROBJEV).

Pflanzenart	Subassoziation:		
	1. Eichenarme und moosreiche	2. Typische: Eiche in unterer Baumschicht	3. Eichenreiche und moosarme
<i>Cytisus ruthenicus</i>	88	61	14
<i>Thymus serpyllum</i>	88	23	–
<i>Chimaphila umbellata</i>	75	61	14
<i>Peucedanum oreoselinum</i>	75	61	22
<i>Calluna vulgaris</i>	50	30	–
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	75	100	–
<i>Festuca ovina</i>	50	77	50
<i>Pteridium aquilinum</i>	63	100	66
<i>Genista tinctoria</i>	50	61	36
<i>Vaccinium myrtillus</i>	50	69	7
<i>Rubus saxatilis</i>	38	54	43
<i>Ramischia secunda</i>	13	69	22
<i>Geranium sanguineum</i>	25	77	22
<i>Fragaria vesca</i>	25	77	43
<i>Veronica officinalis</i>	12	54	64
<i>Betonica officinalis</i>	12	61	29
<i>Achillea millefolium</i>	12	61	7
<i>Veronica chamaedrys</i>	25	23	72
<i>Galium verum</i>	–	30	100
<i>Viola spec.</i>	25	30	79
<i>Majanthemum bifolium</i>	12	15	72
<i>Luzula pilosa</i>	12	37	84
<i>Potentilla erecta</i>	25	46	64
<i>Trientalis europaea</i>	12	46	64
<i>Ranunculus acer</i>	–	8	64

den sind stark podsolierte lehmige Sande und oft vergeilt.

Auch hier kann man 3 ähnliche Subassoziationen mit denselben Unterschieden im Eichen- und Moosvorkommen feststellen. In den moosarmen Beständen auf schwereren Böden entwickelt sich besonders üppig das mitteleuropäische «Seegras» (*Carex brizoides*), das sogar die Heidelbeere verdrängen kann.

Gerade in dieser Assoziation ist *Rhododendron flavum* häufig verbreitet (etwa 95% der Vorkommen) und zwar stets dort, wo die kristallinen Gesteine nahe an die Oberfläche treten (bei Korosten). Das ist wohl auf die für diese Art günstige Bodenreaktion zurückzuführen. *Rhododendron flavum* bildet ein dichtes Unterholz von 1–1,5 m Höhe und erneuert sich vegetativ auch nach Bränden gut. Zum Teil geht diese Art auch auf anmoorige Standorte über, so daß unter ihr selbst Torfmoos auftreten kann.

Niedrige Gelände-Stellen beginnen zu vermooren. Es tritt zwar *Ledum palustre* auf, aber *Vaccinium uliginosum* und *Andromeda polifolia* fehlen. Eiche und Adlerfarn sind vorhanden.

3) Der krautreiche Heidelbeer-Eichen-Kiefernwald (*Querceto-Pinetum herbomyrtillosum*)

kommt im äußersten Nordwesten und nördlich von Rowno vor. Er steht dem vorhergehenden nahe, unterscheidet sich jedoch durch den Artenreichtum des Unterwuchses und der Krautflora, der auf höheren Nährstoffgehalt der Böden und fließendes Grundwasser zurückzuführen ist. So kommen z.B. in der Strauchschicht vereinzelt Wildbirne und Wildapfel, Brombeere, Himbeere, Kreuzdorn (*Rhamnus cathartica*) und selbst Hainbuche vor; die Heidelbeere deckt nur 15–25% des Bodens, während eine Reihe anspruchsvoller Kräuter der Laubwälder neu hinzukommen: *Digitalis ambigua*, *Dryopteris filix-mas*, *Sanicula europaea*, *Aquilegia vulgaris*, *Urtica dioica*, *Melica nutans*, *Poa angustifolia*, *Dactylis glomerata*, *Brachypodium sylvaticum* u.a.

In den Senken, in denen kalkhaltiges Grundwasser an die Oberfläche tritt, stellt sich die Schwarzerle (*Alnus glutinosa*) ein, z.T. auch Esche (*Fraxinus excelsior*) mit den üblichen Begleitern in der Krautflora.

4) Der Porst-reiche Eichen-Kiefernwald (*Querceto-Pinetum ledosum*)

ist ebenfalls mehr im Westen verbreitet, doch findet man einzelne Bestände auch sonst in Polesien. Sie sind bezeichnend für Standorte mit

stauender Nässe, Gleiböden auf lehmigen Sanden und einer mächtigen, torfartigen Humusschicht. Neben der Kiefer, die durch Windwürfe leidet, der Eiche und Birke kommt häufig die Schwarzerle vor. Der unbedeutende Unterwuchs besteht aus *Frangula alnus* und *Sorbus aucuparia*. Eine sehr bezeichnende Art ist der Porst (*Ledum palustre*); um die Sümpfe herum wächst Heidelbeere und zuweilen auch Moosbeere (*Oxycoccus palustris*).

TSCHERNOGOLOWKO gibt für das Tschernigow-Gebiet folgende charakteristische Arten an: *Carex lasiocarpa* (große Flächen deckend), *C. canescens*, *Eriophorum vaginatum*, *Lysimachia vulgaris*, *L. thyrsiflora*, *Scutellaria galericulata* u.a. Unter den Moosen kommen außer *Polytrichum commune* auch *Sphagnum*-Arten vor (*S. acutifolium*, *S. recurvum*, *S. obtusum*, *S. palustre*). Auf großen Kahlschlägen wuchern *Polytrichum* und *Sphagnum* besonders üppig und das Gelände versumpft. Nach Heranwachsen des Jungwuchses sinkt das Grundwasser wieder ab. Waldbrand ist selten. Die Brandflächen bedecken sich mit *Molinia*, selten mit Heidekraut. Bei Beweidung tritt Vergrasung mit *Deschampsia caespitosa* und *Juncus effusus* ein. Auf Lichtungen vermehren sich die Kleinsseggen (*Carex vulgaris*, *C. stellulata*, *C. canescens*, *C. pallescens*) und Wiesenarten wie *Succisa pratensis*, *Prunella vulgaris*, *Anthoxanthum odoratum*.

An tiefen Stellen inmitten dieser Waldbestände bilden sich oligo- und mesotrophe Moore aus. Als extrem nasse Bestände kann man unter diesen die «Bagna» bezeichnen – Waldmoore mit Kiefer und Torfmoosen. Neben *Eriophorum* herrscht *Calamagrostis lanceolata*, zuweilen mit *C. neglecta* vor, daneben *Comarum palustre*, *Equisetum sylvaticum*, *E. limosum*, *Lythrum salicaria*, *Phragmites communis*, *Peucedanum palustre*, *Lysimachia vulgaris*, *Galium palustre* usw.

5) Der laubwaldartige Eichen-Kiefernwald (*Querceto-Pinetum nemoro-herbosum*)

findet sich insbesondere in der Nähe von Löb-vorkommen z.B. nördlich von Schepetowka. Er stellt einen Übergang zu den Laubwäldern dar, was neben der besseren Entwicklung der Eiche vor allen Dingen durch die Sträucher und Kräuter angezeigt wird.

Eine Stetigkeit von über 50% besitzen: *Corylus avellana*, *Evonymus verrucosus*, *Rubus saxatilis*, *Asarum europaeum*, *Ajuga genevensis*, *Betonica officinalis*, *Carex montana*, *C. digitata*, *Calamintha clinopodium*, *Epipactis rubiginosa*, *Fragaria vesca*, *Galium verum*, *Melica nutans*, *Pulmonaria officinalis*. Auch *Lamium galeobdolon* kommt vor. Von Kiefernwaldarten findet man *Vac-*

cinium vitis-idaea, *Chimaphila umbellata* und *Pteridium aquilinum*. Die Mooschicht ist schwach ausgebildet.

Eine Sonderstellung gegenüber den bisher besprochenen nehmen die folgenden Wälder, die zur Waldsteppe gehören, ein. In ihnen treten die borealen Elemente zurück, dafür kommen typische Steppenelemente hinzu. Sie sind für die Sandterrassen der Flußtäler bezeichnend, wo die Bodenart die Kiefer begünstigt und noch eine schwache Podsolierung des Bodens eintritt.

6) Der Steppen-Eichen-Kiefernwald

(*Querceto-Pinetum substepposum*)

sieht sich entlang der Dnjeprterrassen. Wir finden ihn vereinzelt an der Desna an deren Unterlauf, dann als ununterbrochenes Band hauptsächlich auf dem linken Dnjeprufer von Kiew bis Kanew, weiterhin auf dem rechten Ufer bei Tscherkassy am Tjasmin und bei Krementschug. Diese Verbreitung ist durch den Boden bedingt. Die Sandterrasse des linken Ufers ist durch den jüngeren östlichen Lauf des Dnjeprs zwischen Kanew und Krementschug weggeschwemmt. Der Zusammenhang zwischen den Wäldern der linken und der rechten Flußseite wird durch das Vorkommen der Reliktart *Daphne cneorum* angezeigt.

Von den Steppenelementen der Wälder gegenüber Kiew seien genannt: *Stipa ioannis*, *Echium rubrum*, *Linum flavum*, *Prunus fruticosa*, *Prunella grandiflora*, *Dracocephalum ruyschiana*. Daneben findet man auch: *Lycopodium clavatum*, *L. complanatum*, *Orchis maculata*, *Platanthera bifolia*, *Cephalanthera rubra*, *Chimaphila umbellata*, *Ramischia secunda*, *Pyrola minor*, *P. rotundifolia*, *P. chlorantha*, *Moneses uniflora*, *Calluna vulgaris*, *Vaccinium vitis-idaea*, *V. myrtillus*, *Trientalis europaea*.

Die Wälder östlich von Kiew zeichnen sich durch das herdenweise Vorkommen von *Daphne cneorum* aus. Weiter südlich finden wir Zwischenbestände aus Eiche und Birke mit Espe. Hier sind *Pteridium aquilinum*, *Peucedanum oreoselinum* und *Clematis recta* häufig. Trockene Standorte sind durch *Poa angustifolia* vergrast. In feuchten Senken findet man kleine Seen mit *Carex hudsonii* und dichten *Salvinia natans*-Decken umringt von Birkenhainen (meist *Betula pubescens*) und einer Bodenflora von *Juncus leersii*, *J. effusus*, *Molinia coerulea*, *Carex leporina*, *C. vulgaris*, *Potentilla erecta*, *Succisa pratensis* u.a.

Auf besseren Böden treten bereits richtige Laubwälder auf und die Kiefer fehlt ganz. Auf den trockenen Dünen dagegen findet man eine flechtenreiche Assoziation der Eichen-Kiefernwälder, die dem Polesiengebiet fehlt. Allerdings wächst die Eiche hier schlecht, vereinzelt stellen sich ein: *Crataegus*, *Prunus spinosa*, *P. fruticosa*

und *Spiraea*, zusammen mit *Stipa ioannis*, *Secale fragile*, *Calamagrostis epigeios*, *Phleum phleoides*, *Festuca sulcata* und anderen Arten der trockenen Kiefernwälder (s. unten e).

Etwas anders zusammengesetzt sind die Steppen-Eichen-Kiefernwälder längs den linken Dnjepr-Nebenflüssen (am Psjol, an der Worskla, an der unteren Samara) und am Donez bis Liman, sowie am Oskol. Sie unterscheiden sich von den oben beschriebenen einerseits durch noch stärkere Versteppung, andererseits aber auch durch eine größere Häufigkeit der borealen Elemente an feuchten moosreichen Standorten (KLEOPOV 1934, LAVRENKO 1927). Allerdings sind viele von diesen, die TSCHERNJAJEW noch 1859 für Charkow angab, heute verschwunden, wie *Pyrola media*, *Moneses uniflora*, *Trientalis europaea*, *Linnaea borealis*, *Lycopodium complanatum*, *L. annotinum* und *L. selago*.

Inmitten dieser Kiefernwälder kommen kleine *Sphagnum*-Moore vor, die aus Dünenseen hervorgegangen sind. Am Psjol bei Lebedew findet man: *Eriophorum angustifolium*, *Drosera rotundifolia*, *Comarum palustre*, *Menyanthes trifoliata*, *Galium trifidum*, *Oxycoccus palustris*, bei Charkow auch *Eriophorum vaginatum*, *Utricularia minor*, *Sparganium minimum*, *Malaxis paludosa*, *Scheuchzeria palustris*, *Liparis loeselii*.

Im allgemeinen kommen reine Kiefernwälder näher zum Flußlauf vor, während die Eichen-Kiefernwälder unweit der dritten Terrasse stöken, wo der Boden schon schwerer wird.

Bei Smigew ist nach SOSULIN in diesen Wäldern der Adlerfarn sehr verbreitet, während auf trockenen Standorten Seggen vorherrschen (*C. michelii*, *C. ericetorum*, auf den Erhebungen *C. supina*). Die Wälder sind artenreich, jedoch infolge von sehr starker Beweidung gestört.

d) Kiefern-Laubwälder

(*Carpino-Nemoreto-Pineta*)

Diese Wälder entsprechen den «Sugrudki». Die Kiefer wird in diesen Beständen als natürlicher Bestandteil der oberen Baumschicht angesehen. Es ist allerdings auffallend, daß sie in den anderen Schichten meistens fehlt. Eine Verjüngung unter natürlichen Bedingungen unter der unteren aus Eiche und Hainbuche bestehenden Baumschicht und unter der Strauchschicht, in der Hasel stark vertreten ist, dürfte für die Kiefer nicht leicht sein. Durch Eingriffe des Menschen und Beweidung wird sie sicher begünstigt, zumal sie auf den schon besseren lehmigen Sand-

böden ein optimales Wachstum aufweist. Andererseits sind die Böden noch so sandig, daß die Eiche und insbesondere die Hainbuche doch noch in der Entwicklung gehemmt sind. Sind die Böden noch etwas schwerer und damit auch fruchtbarer, so wird die Kiefer durch die Laubbäume völlig verdrängt und wir erhalten auf Anlehmen reiche Laubwälder, den «Grud».

Diese Wälder werden von КЛЕОПОВ als *Carpino-Nemoreto-Pineta*⁴ bezeichnet. Dabei versteht er unter *Nemoretum* einen Eichenmischwald, in dem neben der Eiche andere breitlaubige Arten wie Ahorn, Ulme, Linde usw. vorkommen, aber keine Hainbuche⁵. Kommt auch diese vor, so wird der Bestand *Carpineto-Nemoretum*, also Hainbuchen-Eichenmischwald genannt. Herrscht in der Baumschicht allein die Eiche vor, dann spricht КЛЕОПОВ nicht von einem *Nemoretum*, sondern von einem *Quercetum*, also einem reinen Eichenwald.

Die Kiefern-Laubwälder stellen einen Übergang zu den reinen Laubwäldern dar, denen sie näher stehen als den Kiefernwäldern. Die Begleitflora besitzt keine konstanten Charakterarten, sondern setzt sich aus Kiefernwaldarten und Laubwaldarten zusammen. Diese Waldbestände nehmen keine größeren Flächen ein, sondern kommen mehr inselförmig durch das ganze Polesje-Gebiet vor. Nur zwischen Dnjepr und Desna, also dort, wo die Hainbuche sich schon ihrer östlichen Verbreitungsgrenze nähert, so daß sie die Kiefer nicht so leicht vollständig verdrängen kann, sind diese Laubwälder mit Kiefer weiter verbreitet. Häufig ist die Kiefer herausgehauen. Dann kann man diese schattigen Wälder weder nach der Baumschicht noch nach der Krautschicht von reinen Laubwäldern unterscheiden. Ihre wahre Natur erkennt man nur dadurch, daß auflichteren Stellen und Waldwiesen doch noch Vertreter der Kiefernwälder auftreten, wie z. B. *Cytisus ruthenicus*, *Pteridium aquilinum* usw.

Man trifft diese Waldbestände hauptsächlich östlich und nördlich von Shitomir an, wie auch im Moränengebiet Polesiens, dagegen kaum in den Sand-Gebieten. Die Geschiebelehme sind mit Sand bedeckt, liegen jedoch in einer geringen Tiefe. Die obere Baumschicht besteht aus

Kiefer, die mittlere aus Eiche, die untere aus Hainbuche, Ahorn und Linde. In südlichen Lagen erhöht sich der Anteil von Birke, Linde und Salweide.

Ohne Charakterarten zu sein, treten im *Carpino-Nemoreto-Pinetum* besonders häufig auf: *Rubus saxatilis*, *Majanthemum bifolium*, *Ramischia secunda*, *Betonica officinalis*, *Fragaria vesca*. Nach der floristischen Zusammensetzung lassen sich mehrere Subassoziationen (Catena) unterscheiden:

a) Der Steinbeerenreiche (frische) Kiefernlaubwald (*Carpino-Nemoreto-Pinetum rubosum*) findet sich an frischen Standorten auf schwach podsolierten lehmigen Sanden und nimmt die höheren Stellen im Gelände ein; in der Krautschicht dominiert meist *Rubus saxatilis*.

In der steinbeerreichen Subassoziation zeigen Kiefer und Eiche auf lehmig-sandigen, durch Anlehme in 2 m (und weniger) Tiefe unterlagerten Böden die beste Entwicklung. Zur Hainbuche gesellen sich *Sorbus aucuparia*, *Pyrus communis* und *Malus sylvestris* hinzu. In der Strauchschicht tritt *Cornus sanguinea* und im Süden *Acer tataricum* auf.

In der Krautschicht findet man nach der Stetigkeit geordnet: *Rubus saxatilis*, *Fragaria vesca*, *Calamagrostis arundinacea*, *Majanthemum bifolium*, *Pteridium aquilinum*, *Melica nutans*, *Betonica officinalis*, *Geranium sanguineum*, *Orobis vernus*, *Brachypodium sylvaticum*, *Dactylis glomerata*, *Aegopodium podagraria*, *Galium verum*, *Festuca ovina*, *Prunella vulgaris*, *Lilium martagon*, *Calamintha clinopodium*, *Hepatica triloba*, *Agrostis alba*, *Convallaria majalis*, *Origanum vulgare*, *Campanula persicifolia*, *C. rotundifolia*, *Clematis recta*.

Auf ärmeren Böden stellt sich *Pteridium* ein, auf reicheren *Asarum*.

b) Der Heidelbeerreiche (feuchte) Kiefernlaubwald (*Carpino-Nemoreto-Pinetum myrtillosum*) bevorzugt die tieferen Reliefformen, also feuchte Standorte; die Böden sind stärker podsoliert und weisen oft Spuren von Vergleung auf. Zur Steinbeere gesellt sich in zunehmendem Maße die Heidelbeere.

In der Strauchschicht wachsen neben Hasel auch *Frangula alnus*, *Evonymus europaeus*, *E. verrucosus*, *Viburnum opulus* u. a. In der Krautschicht wären in der Reihenfolge der Stetigkeit zu nennen: *Vaccinium myrtillus*, *Majanthemum bifolium*, *Luzula pilosa*, *Rubus saxatilis*, *Trientalis europaea*, *Pteridium aquilinum*, *Melampyrum pratense*, *Lysimachia vulgaris*, *Stellaria holostea*, *Convallaria majalis*, *Agrostis canina*, *De-*

⁴ КЛЕОПОВ schreibt *Carpineto-Nemoreto-Pineta*. Um die Endung «eta» nicht zu viele Male zu wiederholen, lassen wir sie beim ersten Namen weg.

⁵ An Stelle von «*Nemoretum*» benutzte man früher die Bezeichnung *Tilieto-Quercetum*.

schampsia caespitosa. Dazu kommen noch *Vaccinium vitis-idaea*, *Genista tinctoria*, *Aegopodium podagraria*, *Agrostis alba*, *Prunella vulgaris*, *Juncus effusus*, *J. conglomeratus*, *Oxalis acetosella*, *Ranunculus acer*, *Carex brizoides*, *Calamagrostis arundinacea* usw. Auf ärmeren Böden dominiert die Hasel, auf besseren Böden tritt der Girsch (*Aegopodium podagraria*) in den Vordergrund.

Diese beiden Subassoziationen sind in Polen infolge des ausgeglichenen Reliefs nicht scharf voneinander getrennt, sondern weisen eine Reihe von Übergängen auf.

c) *Der Farnreiche (nasse) Kiefernlaubwald (Carpino-Nemoreto-Pinetum filicosum)* schließlich nimmt die feuchtesten Standorte mit Gleipodsolböden ein; in der Krautschicht herrschen die Farnkräuter vor.

Die letzte nasse Subassoziation ist nicht sehr verbreitet. Die Böden sind hier schon stark vergeilt mit einem Grundwasserstand in 1–1,5 m Tiefe. In der oberen Baumschicht findet man neben Kiefer auch Birke und Espe, in der mittleren neben Eiche noch die Schwarzerle, die untere ist schwach ausgebildet und geht nicht über die Strauchschicht hinaus. Im Norden wird die Kiefer zum Teil schon durch die Fichte ersetzt.

In der Strauchschicht sind Himbeere und Brombeere (*Rubus idaeus*, *R. suberectus*) häufig. In der Krautschicht dominieren *Athyrium filix-femina* und *Dryopteris spinulosa* mit *Lysimachia vulgaris*, *Potentilla erecta*, *Majanthemum bifolium*, *Pteridium aquilinum*, *Molinia coerulea*, *Vaccinium myrtillus*, *Equisetum sylvaticum*, *Filipendula ulmaria*, *Impatiens noli-tangere*, *Peucedanum palustre*, *Calamagrostis neglecta*. Von Moosen kommen vor: *Polytrichum commune*, *Climacium dendroides*, *Leucobryum*, selbst *Sphagnum*.

Das **Nemoreto-Pinetum** oder der *Kiefern-Eichenmischwald* vertritt die oben besprochenen Wälder im Gebiet ostwärts vom Hainbuchen-Vorkommen, also im östlichen Tschernigowgebiet. Es fehlt hier die Hainbuche in der dritten Baumschicht. Ebenso verschwinden in der Krautschicht die mehr mitteleuropäischen Elemente: *Dentaria bulbifera*, *Sanicula europaea*, *Carex brizoides*, u. a. An die Stelle der Hainbuche tritt die Linde (dazu Spitzahorn); da die Baumkronen mehr Licht durchlassen, kann die Hasel sich üppiger entwickeln, ebenso die Krautschicht. Sonst entsprechen diese Wälder, sowohl was die Bodenverhältnisse, als auch den Aufbau des Bestandes anbelangt, durchaus den Kiefern-Laubwäldern.

Man kann dieselben Assoziationen mit vorherrschender Steinbeere, mit Heidelbeere und Farnen je nach dem Feuchtigkeitsgrad unterscheiden. Es handelt sich mehr um klimatische Varianten der *Carpino-Nemoreto-Pineta* in einem kontinentaleren Klima (SPRYGIN 1912/13).

Zur Zeit sind von dieser Assoziation nur sehr geringe Reste verblieben; zum größten Teil sind die Wälder gelichtet und werden stark beweidet, so daß parkartige Bestände entstanden sind, oder aber sie wurden in richtige Wiesen überführt. Ganz im Norden des Tschernigow-Gebietes können einzelne Fichten in der Baumschicht auftreten, doch ändern sie das Waldbild hier in nächster Nähe ihrer südlichen Verbreitungsgrenze nicht.

e) Die Waldwiesen des Polesje-Gebietes als Ersatzgesellschaften

Die ursprünglich von Wäldern eingenommene Fläche ist zu einem sehr großen Teile vom Menschen in Acker- und Weideland umgewandelt worden. Auf diese Weise sind zum Teil an Stelle der Wälder Trockenrasen- und Wiesen-gesellschaften getreten. Unter der Einwirkung der Grasvegetation verändert sich dabei das ursprüngliche Waldbodenprofil sehr stark und es bilden sich Rasenböden: Der Humushorizont wird dunkler und mächtiger, der Bleichhorizont nimmt eine schmutzige Färbung an und verwischt sich bis zu einem bestimmten Grade; auch der illuviale B-Horizont tritt weniger scharf hervor. Immerhin ist die Tatsache, daß diese Horizonte noch angedeutet sind, ein sicherer Beweis dafür, daß es sich um sekundäre Rasengesellschaften auf ursprünglichen Waldstandorten handelt. Allerdings verändert sich auch der Standort insofern, als durch die Entwaldung der Grundwasserspiegel steigt (vgl. S. 124), so daß die Sekundärgesellschaften sich unter Standortbedingungen befinden, die denen der früheren Waldgesellschaften nicht entsprechen.

Eine genauere Analyse zeigt uns, daß die einzelnen Waldgesellschaften durch ganz bestimmte Rasengesellschaften ersetzt werden, was ja verständlich ist, da die Verschiedenheit der Waldgesellschaften auf Standortunterschieden beruht, die sich auch bei den Ersatzgesellschaften auswirken müssen.

Die Ersatzgesellschaften sind für die einzelnen Waldtypen in folgender Tab. 12 übersichtlich zusammengestellt worden:

Tab. 12: Ersatzgesellschaften der verschiedenen Wälder in Polesien (nach BARBARITSCH)

Waldtyp Standort		Ersatzgesellschaft	Bemerkungen
Reine Kiefernwälder (Bor)	Trocken	<i>Corynephorus canescens</i> mit <i>Thymus angustifolius</i> . <i>Festuca ovina- polesica</i> mit <i>Corynephorus</i> . Zuweilen dominieren <i>Hieracium pilosella</i> und <i>Agrostis canina</i> .	Wenig verbreitet, da für Mahd und Beweidung ungeeignet.
	Frisch	Ähnlich, aber mit <i>Agrostis vulgaris</i> . Neue Gesellschaft aus <i>Koeleria glauca</i> mit wenig <i>Nardus stricta</i> und <i>Thymus angustifolius</i> . Nach Waldbränden Vorherrschen von <i>Calluna vulgaris</i> .	Flächenmäßig auch noch wenig verbreitet.
	Feucht	Am häufigsten <i>Nardeta strictae</i> mit <i>Calluna vulgaris</i> und <i>Potentilla erecta</i> . Dazu: <i>Molinia coerulea</i> , <i>Festuca ovina- polesica</i> , <i>Triodia decumbens</i> , <i>Agrostis canina</i> , <i>Festuca rubra</i> , <i>Holcus lanatus</i> , <i>Briza media</i> ; von Leguminosen nur zuweilen <i>Trifolium repens</i> ; außerdem <i>Carex pallescens</i> , <i>Juncus squarrosus</i> , <i>J. conglomeratus</i> , <i>J. effusus</i> , <i>Luzula campestris- pallescens</i> , <i>Prunella vulgaris</i> , <i>Veronica officinalis</i> , <i>Plantago lanceolata</i> , von Moosen: <i>Polytrichum commune</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Dicranum undulatum</i> .	Viel häufiger, Produktivität aber noch gering (4–5 dz/ha), ebenso die Qualität des Heues schlecht.
	Naß	<i>Parvocariceta</i> oder oft fast reine <i>Nardeta</i> mit kümmerlicher <i>Caltha palustris</i> , <i>Ranunculus flammula</i> , <i>Agrostis canina- prorepens</i> , <i>Carex leporina</i> , <i>C. vulgaris</i> . <i>Parvocariceta</i> meist in kleinen Depressionen mit dominierenden <i>Carex vulgaris</i> ; dazu <i>Nardus</i> , <i>Agrostis canina- prorepens</i> , <i>Galium palustre</i> , <i>Deschampsia caespitosa</i> , <i>Ranunculus flammula</i> , <i>Sphagnen</i> und <i>Hypnaceen</i> .	Ertrag ebenfalls sehr gering.
Eichen-Kiefernwälder (Subor)	Frisch	<i>Koeleria grandis- Nardus stricta- Assoz.</i> mit <i>Anthoxanthum odoratum</i> , <i>Calamagrostis arundinacea</i> , <i>Luzula camp- pallescens</i> , <i>Potentilla erecta</i> ; 5 % der Fläche entfällt auf Moose. Deckung und Höhe der Krautschicht gering.	Wenig verbreitet, da meist in Acker umgewandelt. Heuertrag 6–7 dz/ha.
	Feucht (Grundwasser 60–100 cm tief)	Auf armen Böden fast reine <i>Nardeta</i> mit geringer Beimischung von <i>Potentilla erecta</i> , <i>Veronica officinalis</i> , <i>Deschampsia caespitosa</i> , <i>Anthoxanthum odoratum</i> , <i>Triodia decumbens</i> , <i>Holcus lanatus</i> , <i>Festuca pratensis</i> u. a.; Leguminosen fehlen ganz. Auf mittleren Böden herrscht <i>Nardus</i> noch vor; Begleiter sind <i>Cynosurus cristatus</i> , <i>Phleum pratense</i> , <i>Festuca rubra</i> , <i>Carex vulgaris</i> , <i>C. leporina</i> , <i>C. flava</i> , von Leguminosen <i>Trifolium pratense</i> , <i>T. spadi- ceum</i> , <i>T. montanum</i> . Auf guten Böden tritt <i>Nardus</i> schon mehr zurück; häufig sind <i>Cynosurus cristatus</i> , <i>Anthoxanthum odoratum</i> , <i>Festuca rubra</i> , <i>Triodia decumbens</i> , <i>Phleum pratense</i> , <i>Briza media</i> , <i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Deschampsia caespitosa</i> , <i>Agrostis canina</i> , dieselben Klearten, <i>Medicago lupulina</i> u. a. Es sind auch Übergänge zu einer <i>Nardus- Molinia coerulea- Assoz.</i> vorhanden, bei der, außer den genannten, <i>Anthoxanthum</i> sowie <i>Potentilla erecta</i> , noch vorkommen: <i>Holcus lanatus</i> , <i>Carex pallescens</i> , <i>C. leporina</i> , <i>Trifolium medium</i> , <i>Betonica officinalis</i> , <i>Leontodon autumnalis</i> , <i>Plantago lanceolata</i> , <i>Ranunculus acer</i> , <i>Ajuga reptans</i> , <i>Achillea millefolium</i> , <i>Campanula patula</i> , <i>Viola canina</i> , <i>Centaurea jacea</i> , zuweilen auch <i>Carex stellulata</i> , <i>Ranunculus flammula</i> , <i>Succisa pratensis</i> .	Sehr verbreitet auf armen, mittleren und guten Böden. Heuertrag von 6 bis 9–10 dz/ha.

Fortsetzung von Tab. 12

Waldtyp	Standort	Ersatzgesellschaft	Bemerkungen
Eichen-Kiefernwälder (Subor)	Naß	Am verbreitetsten sind hier <i>Nanocariceta</i> . Sie bestehen aus <i>Carex vulgaris</i> , dazu <i>C. leporina</i> , <i>C. panicea</i> , <i>C. hirta</i> , <i>C. flava</i> , <i>Deschampsia caespitosa</i> , <i>Anthoxanthum odoratum</i> , vereinzelt <i>Trifolium pratense</i> , <i>T. repens</i> , <i>T. spadiceum</i> , außerdem <i>Ranunculus repens</i> , <i>R. flammula</i> , <i>Caltha palustris</i> , <i>Veratrum lobelianum</i> ; Moosschicht sehr gut entwickelt. Auf besseren Böden herrscht <i>Agrostis canina-prorepens</i> vor mit etwas <i>Deschampsia caespitosa</i> , <i>Nardus</i> und <i>Phragmites</i> ; dazu kommen <i>Carex vulgaris</i> , <i>C. flava</i> , <i>C. leporina</i> , <i>Ranunculus flammula</i> , <i>Caltha palustris</i> .	Zwischen feuchten und nassen Wiesen viele Übergänge mit wechselnder Menge von <i>Nardus</i> und Kleinseggen.
	Frisch und feucht	Floristisch wenig von Ersatzgesellschaften feuchter Eichen-Kiefernwälder unterschieden: <i>Nardus</i> oder <i>Deschampsia</i> herrschen vor, die Begleiter ähnlich dazu <i>Festuca pratensis</i> , <i>Poa pratensis</i> , <i>Vicia villosa</i> , <i>Ranunculus repens</i> , <i>R. acer</i> ; im Westen auf frischen Schlägen oft fast reine <i>Carex brizoides</i> ; dichte Moosschicht besteht aus <i>Climacium dendroides</i> .	Sehr selten, da fast immer als Acker genutzt. Heuertrag bis 15–20 dz/ha.
Kiefern-Laubwälder (Sugrudki)	Naß	Es kommen Gesellschaften mit <i>Deschampsia caespitosa</i> und Kleinseggenesellschaften vor. In ersteren sind häufige Arten <i>Poa pratensis</i> , <i>Ranunculus repens</i> , <i>Carex vulgaris</i> , <i>Agrostis canina-prorepens</i> , <i>Juncus effusus</i> , <i>Nardus stricta</i> , dazu <i>Poa trivialis</i> , <i>Filipendula ulmaria</i> , <i>Potentilla anserina</i> , <i>Geum rivale</i> , <i>Lychnis flos-cuculi</i> , <i>Ranunculus flammula</i> , <i>Caltha palustris</i> , viel <i>Climacium dendroides</i> , <i>Mnium spec.</i> , <i>Thuidium abietinum</i> . Die <i>Nanocariceta</i> bestehen aus <i>Carex flava</i> , <i>C. vulgaris</i> , <i>C. muricata</i> , <i>Festuca pratensis</i> , <i>Rhinanthus minor</i> , mit viel <i>Thuidium abietinum</i> , Wiesen mit <i>Agrostis alba-prorepens</i> sind viel seltener. In diesen kommen dazu <i>Carex vulgaris</i> , <i>Deschampsia caespitosa</i> , <i>Prunella vulgaris</i> , <i>Succisa pratensis</i> , <i>Medicago lupulina</i> u. a.	Die Wiesen geben einen Heuertrag bis zu 20–25 dz/ha und können als gut gelten.

Teil IV

Nemorale Laubwaldzone mit besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse in der Ukraine

I. Allgemeines

Unter den sommergrünen Laubhölzern werden in Osteuropa, wie wir anfangs schon ausführten, 2 Gruppen unterschieden:

- a) Die breitlaubigen Holzarten, zu denen Vertreter der Gattungen *Quercus*, *Acer*, *Ulmus*, *Tilia*, *Fraxinus*, sowie die nur im Westen vorkommende *Carpinus* gehören,
- b) die kleinlaubigen Holzarten mit Vertretern der Gattung *Betula* sowie *Populus tremula* aber auch *Sorbus aucuparia* bzw. *S. sibirica* mit kleinen Fiederblättern.

Diese Unterscheidung ist in Osteuropa insofern von Bedeutung, als die breitlaubigen Holzarten höhere Ansprüche an die Wärme und an ein weniger kontinentales Klima stellen, während die kleinlaubigen anspruchsloser sind und weit in die boreale Zone und nach Sibirien hineingehen.

Westeuropa ist ein typisches breitlaubiges Waldgebiet, denn auch die Buche (*Fagus sylvatica*) gehört zu dieser Gruppe. In Osteuropa dagegen nimmt die breitlaubige Zone nur einen schma-

len Streifen zwischen der Nadel-Laubholz-Mischwaldzone im Norden und der Steppenzone im Süden ein.

Die Hainbuche (*Carpinus betulus*) geht zwar etwas über den Dnjepr nach Osten hinüber, eine größere Rolle spielt sie jedoch nur auf dem rechten Dnjepr-Ufer. Aber auch hier tritt sie immer als ein Baum der unteren Baumschicht auf, ist somit für das Gesamtbild des Waldes weniger bestimmend. Sie bevorzugt deutlich das noch maritime feuchte Klima (Abb. 109).

Die wichtigste Laubholzart in Osteuropa ist die Stieleiche (*Quercus robur*), der typische Wald – der Eichenmischwald – ein *Quercetum mixtum*. Für diesen hat KLEOPOV die Bezeichnung *Nemoretum* vorgeschlagen, während die lichten einfachen Eichenwälder (im Russischen «Dubrawy» genannt) mit *Quercetum* bezeichnet werden. Unter den *Nemoreta* heben sich die westlichen mit *Carpinus betulus* als *Carpineto-Nemoreta*, «Grud» genannt, durch die fast geschlossene untere *Carpinus*-Baumschicht und damit durch den tiefen Schatten am Boden hervor. Aber auch die östlichen Eichenmischwälder ohne *Carpinus*, also die eigentlichen *Nemoreten*, sind sehr schattig; denn sie weisen viele Vegetations-schichten auf:

In der oberen Baumschicht kommt *Quercus robur* zusammen mit *Fraxinus excelsior*, *Acer platanoides*, *Ulmus scabra* und *U. laevis* vor. In der unteren Baumschicht findet man *Malus sylvestris*, *Pyrus communis*, *Acer campestre*, *A. tataricum*, *Sorbus aucuparia*. Besonders bezeichnend ist die stark vertretene Strauchschicht mit *Corylus avellana* zusammen mit *Evonymus verrucosus* und *E. europaeus*, *Cornus sanguinea*, *Rhamnus cathartica* und im südlichen Verbreitungsbereich auch *Prunus (Cerasus) fruticosa* und *P. spinosa*. Letztere geht an der Laubwaldtrockengrenze noch in die Steppenzone hinein (Abb. 110).

Ebenso typisch ist die Artenzusammensetzung der Krautschicht, in der man ebenfalls bis zu 3 Schichten unterscheiden kann:



Abb. 109. Feuchte Osteuropäische Laubwaldzone südlich von Wladimir-Wolynski (Foto H. WALTER). Im Hintergrund Eichen-Hainbuchenwald; davor Niederungsmoor mit *Salix*-Büschen, vorn Wiese mit *Veratrum lobelianum*.

- a) Eine obere mit *Bromus benekenii* (= *ramosus* s.l.), *Milium effusum*, *Agropyrum caninum*, *Campanula latifolia*, *C. trachelium*, *Stachys sylvatica*, *Crepis sibirica*, *Lilium martagon* und nördlicher auch *Aconitum excelsum*;
- b) eine mittlere mit *Mercurialis perennis*, *Asperula odorata*, *Paris quadrifolia*, *Stellaria holostea* und *Carex pilosa*;
- c) eine untere mit *Asarum europaeum*, *Viola odorata*, *V. hirta*, *Fragaria vesca*, *Moehringia trinervia*. Dagegen fehlt eine Moosschicht infolge der den Boden bedeckenden Laubstreuschicht.

Diese Liste wäre noch zu ergänzen durch die oft dominanten *Aegopodium podagraria* und *Lamium galeobdolon*, sowie solche typische Arten wie *Brachypodium sylvaticum*, *Poa nemoralis*, *Festuca gigantea*, *F. sylvatica*, *Carex sylvatica*, *Pulmonaria obscura*, *Viola mirabilis* sowie die Frühlingsgeophyten *Anemone ranunculoides*, *Corydalis cava*, *C. halleri*, *C. marschalliana* (gelbbühend), *Ranunculus ficaria*, *Scilla sibirica* (= *cernua*), *Dentaria bulbifera*, *D. quinquefolia*.

Nach Osten fallen viele von diesen Arten nacheinander aus; so gehen nicht bis zum Dnjepr: *Polygonatum verticillatum*, *Veronica montana*; den Dnjepr erreichen: *Viburnum lantana*, *Hordelymus europaeus*, *Isopyrum thalictroides*, *Geranium phaeum*, *Viola sylvestris*, *Scopolia carniolica*; bis zum Donez kommen vor: *Allium ursinum*, *Cephalanthera grandiflora*, *Polystichum lobatum*, *Vinca minor*, *Corydalis cava*; die Wolga erreichen nicht: *Carex remota*, *Lamium galeobdolon*, *Lithospermum purpureo-coeruleum*, *Galium schultesii*, *Mycelis muralis*; im Transwolgagebiet fehlen: *Melica picta*, *Carex michelii*, *Glechoma hirsuta*, *Viola odorata*, *Galium cruciata* u.a. Dagegen kommen von den Wolgahöhen nach Osten hinzu: *Bupleurum aureum*, *Lilium martagon* ssp. *pilosiusculum*, *Carex macroura*, *Carex arnellii*, *Geranium pseudosibiricum*, *Cacalia hastata* (= *Senecio sagittatus*), *Mulgedium hispidulum* u.a.

Viele typische Laubwaldarten weisen in Osteuropa eine disjunkte Verbreitung auf und besitzen isolierte Fundorte im Uralgebiet. Mit dieser Frage hat sich GORTSCHAKOVSKI (1968) genauer beschäftigt und die entsprechenden Fundorte auf 30 Kärtchen des Uralgebietes eingezeichnet.

Er unterscheidet nach der Art der Disjunktion folgende Gruppen von Arten der Breitlaubwälder:

1. Endemiten des Urals und Vorurals: *Lathyrus litvinovii*, *Knaulia tatarica*, *Cicerbita uralensis*.
2. Europäische Arten:
 - a) die bis zum Ural geschlossen vorkommen: *Festuca gigantea*, *Carex pilosa*, *Convallaria majalis*, *Aristolochia clematidis*, *Mercurialis perennis*, *Pulmonaria obscura*, *Ajuga reptans*.



Abb. 110. Laubwald Trockengrenze: Schlehengebüsch (*Prunus spinosa*) im Steppentälchen der mittleren Ukraine (Foto H.WALTER).

- b) die im russischen Tiefland streckenweise fehlen, aber im Ural wieder auftreten: *Cephalanthera longifolia*, *Laser trilobum*, *Scutellaria altissima*, *Scrophularia scopoli*, *Veronica maxima*, *Campanula trachelium*.
3. Europäisch-südsibirische Arten:
 - a) mit geschlossenem Vorkommen in Osteuropa und disjunktem in Westsibirien: *Dryopteris filix-mas*, *Carex sylvatica*, *Actaea spicata*, *Asarum europaeum*, *Viola mirabilis*, *Circaea lutetiana*, *Stachys sylvatica*.
 - b) mitteleuropäische Arten, die sowohl in Osteuropa als auch in Westsibirien Disjunktionen aufweisen: *Festuca sylvatica*, *Geranium robertianum*, *Sanicula europaea*, *Digitalis ambigua* (= *grandiflora*).
 4. Europäisch-fernöstliche Arten, die dazwischen einzelne isolierte Fundorte. z.B. im Altai- u.a. Gebirgen aufweisen: *Asperula odorata* u.a. (vgl. Teil VII, Altai).

Die Besonderheiten in der Verbreitung sprechen dafür, daß während der Eiszeit gewisse Refugien der Laubwaldflora in Westsibirien (Altai) und dem südlichen Ural vorhanden waren, von wo aus eine Ausbreitung nach der Erwärmung des Klimas erfolgte. Es wird angenommen, daß *Sanicula europaea*, *Scutellaria altissima*, *Laser trilobum*, *Scrophularia scopoli*, *Cephalanthera longifolia*, *Veronica maxima*, *Campanula trachelium*, *Festuca sylvatica*, *Geranium robertianum* und *Digitalis ambigua* u.a. die Eiszeit im Südrural oder dessen Vorbergen überlebten. Doch hatten wir bereits auf S. 18 darauf hingewiesen, daß die Laubwaldzone sich während der postglazialen Wärmezeit, als die Winter in Südsibirien eine Milderung erfuhren und die

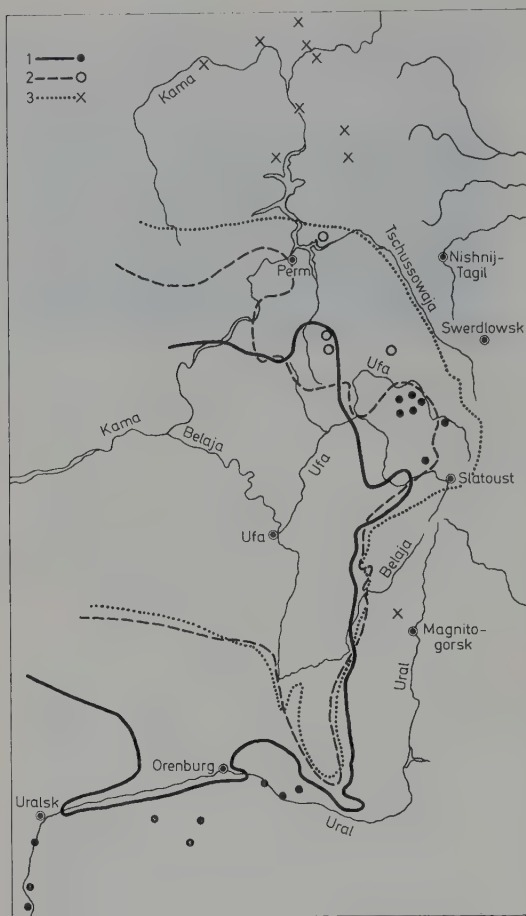


Abb. III. Östlichstes Vorkommen von Breitlaubholzarten in Osteuropa (nach GORTSCHAKOVSKI): 1 = *Quercus robur*, 2 = *Acer platanoides*, 3 = *Ulmus scabra* Mill. (= *glabra* Huds. = *montana* With.).

Vegetationszeit etwas länger war, wahrscheinlich über den Südrural hinaus bis zum Altai erstreckte. Man braucht deshalb nicht unbedingt an Tertiär- oder Interglazialrelikte zu denken. Nur bei der im Altai vorkommenden fernöstlichen *Osmorhiza amurensis* könnte es der Fall sein.

Interessant sind in diesem Zusammenhang die Reliktfundorte von *Carpinus betulus* nicht nur am Donez (270 km östlich von der Arealgrenze), sondern auch am Uralfluß. Letztere sind allerdings heute erloschen, aber FALK (1786) gibt diese Baumart vereinzelt für den Unterlauf des Uralflusses an. Gleichzeitig erwähnt auch PALLAS (1790) dieses Vorkommen ebenso wie ein solches an der Unteren Wolga.

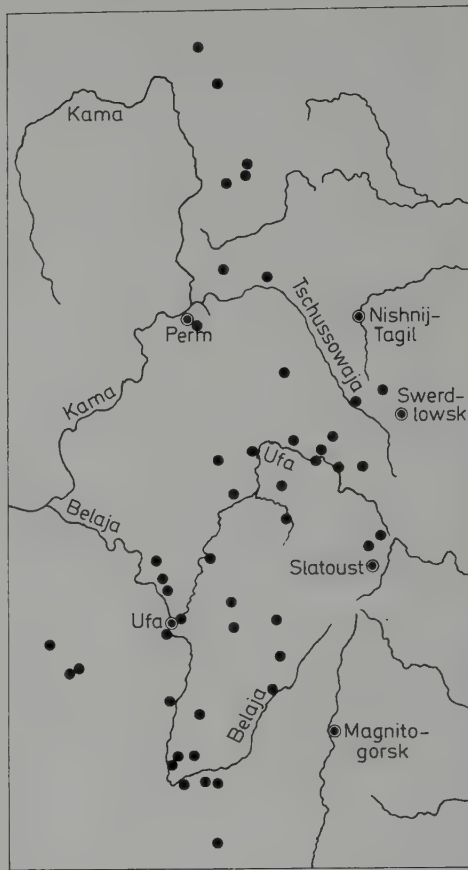


Abb. II2. Fundorte von *Asperula (Galium) odorata* im Uralgebiet (nach GORTSCHAKOVSKI)

BRINKMANN (1833) notiert für eine Insel im Ural-Tal oberhalb von Uralsk neben *Ulmus*, *Alnus* und *Tilia* auch *Carpinus* und LESSING gibt für die Hänge des Urals ebenfalls *Alnus glutinosa*, *Populus tremula* und *Carpinus betulus* an. Schließlich schreibt KARELIN (1875), daß *Carpinus* früher an der Westgrenze des Obstsichj Syrt wuchs, aber von den Kirgisen vernichtet wurde. Diese Angaben wurden von uns GORTSCHAKOVSKI entnommen, der sie für zuverlässig hält, weil sie von namhaften Botanikern stammen.

Laubhölzer, wie *Quercus robur*, *Acer platanoides*, *Ulmus scabra* Mill. (= *glabra* Huds.) sowie *Corylus avellana* erreichen heute noch den Ural-Fluß und den Westhang des Gebirges (Abb. III), die Linde (*Tilia cordata*) überschreitet sogar den

Ural; ihr Areal erstreckt sich nach Osten von Swerdlowsk bis zum unteren Irtysch (halbwegs zwischen Ischim-Mündung und Omsk) sowie nach Norden ebensoweit wie die *Ulmus*-Vorposten an der Kama (Abb. 111).

Die Ostgrenze der Laubwälder entspricht derjenigen von den sie begleitenden krautigen Laubwaldarten. Als Beispiel bringen wir die Fundorte von *Asperula* (*Galium*) *odorata*, die allerdings noch einen Reliktstandort im Altai besitzt (Abb. 112).

2. Die Laubwaldzone in Osteuropa und die Waldsteppe

Die reine Laubwald-Zone beginnt im Westen Osteuropas mit dem Urwaldmassiv von Bialowjesch und bedeckt die besten Böden im südlichen Polesje-Gebiet. Sie zieht sich dann als ein schmaler Streifen südlich von Kiew und nördlich von Kursk sowie über Tula mit einer Unterbrechung im Sandgebiet der oberen Oka bei Rjasan zur Wolga, die sie zwischen Gorki und Kasan erreicht, wobei sie nach Süden auf dem rechten Wolga-Ufer die bis 367 m NN hohen Erhebungen einbezieht. Im Transwolgagebiet erstreckt sie sich mit gewissen Unterbrechungen südlich der Kama nach Osten, um dann nach Ufa hin scharf nach Süden umzubiegen und zwischen dem Fluß Bjelaja und dem Uralgebirge die Vorberge einzunehmen (vgl. Teil VII, Ural).

Interessant ist die geschichtliche Bedeutung dieser dichten Laubwälder im mittleren Bereich zwischen Rjasan und Tula, südlich von Moskau. Es sind die «Tulskije Sassey», die bis ins 17. Jahrhundert einen Schutzwall der im Gebiet nördlich davon lebenden Bevölkerung gegen die ständig aus Asien hereinbrechenden Steppennomaden mit ihren berittenen Horden bildeten. Die Undurchdringlichkeit der Wälder für letztere wurde noch dadurch erhöht, daß man die Bäume fällte und sie mit der Krone gegen den Feind nach Süden gerichtet liegen ließ. Heute sind von diesem Schutzwall nur noch wenige Reste erhalten, z. B. von Tula nach Westen bis Lichwin (ein Streifen von 1–5 km Breite).

Im Westen und Osten stößt dieses ursprünglich reine Laubwaldgebiet auf Sandflächen mit Kiefern-Eichenwäldern. Die Laubwaldzone geht nach Norden langsam ins Mischwald-Gebiet über, in dem Fichtenwälder oder auf Sandböden

Eichen-Kiefernwälder sie immer stärker durchsetzen.

Aber genau so und noch auffälliger wird die Waldzone nach Süden aufgelöst durch zunächst inselartige, dann aber immer größere Flächen einnehmende baumlose Wiesensteppen; von den Wäldern verbleiben schließlich nur noch Streifen in eingeschnittenen Tälern, bis auch diese weiter südlich ganz verschwinden. Diese Übergangszone zwischen Laubwald und baumloser Steppe, vergleichbar mit der Übergangszone zwischen borealem Nadelwald und der baumlosen Tundra, wird als *Waldsteppe* bezeichnet. Sie beginnt im Norden unter natürlichen Verhältnissen dort, wo die ersten großen Wiesensteppenkomplexe die Waldflächen unterbrechen und hört im Süden auf, wenn die Wälder nur noch als Galeriewälder die großen Flüsse in einer reinen Steppenlandschaft begleiten.

Auf günstigen Biotopen können ausnahmsweise einzelne kleine steppenähnliche Gesellschaften weit nördlich in einer reinen Waldlandschaft bis fast zur borealen Zone auftreten und selbst nach Westen als Steppenheiden bis ins mitteleuropäische Waldgebiet vordringen.

Die *eigentliche Waldsteppe* stellt ein *Makromosaik von Wald und Wiesensteppen* dar. Sie ist somit die Zone, in der Laubwälder und Wiesensteppen nebeneinander vorkommen. Grenz man auf den Vegetationskarten die Laubwaldzone von den Steppen ab, so wird die Grenzlinie meist in der Mitte der Waldsteppe gezogen.

Die Ausbildung eines Makromosaiks ist immer ein Zeichen, daß die regional-klimatischen Verhältnisse nur für die Mosaik-Zone als Ganzes bestimmend sind, daß dagegen für die Aufspaltung in die einzelnen Mosaikkomplexe entweder kleinklimatische Verhältnisse oder edaphische Bedingungen den Ausschlag geben. Das gilt auch für die Waldsteppe. Streng genommen trifft das für jede Vegetationsgrenze zu, die immer eine Übergangszone darstellt, aber landschaftlich fallen solche Übergangszonen besonders auf, wenn es sich um Grenzzonen zwischen Wald und baumlosen Vegetationstypen handelt (z. B. auch an der polaren Waldgrenze).

Klimatisch ist für die Waldsteppe als ganzes eine gerade ausgeglichene hydrologische Wasserbilanz maßgebend (WALTER 1957), d. h. die potentielle Verdunstung einer freien Wasseroberfläche während eines Jahres muß im Mittel gleich der mittleren jährlichen Niederschlagsmenge sein.

Es handelt sich somit um die Grenzzone zwischen semihumidem Waldklima und semiaridem Steppenklima. Die Übergangszone läßt sich aus den Klimadiagrammen erkennen: Die

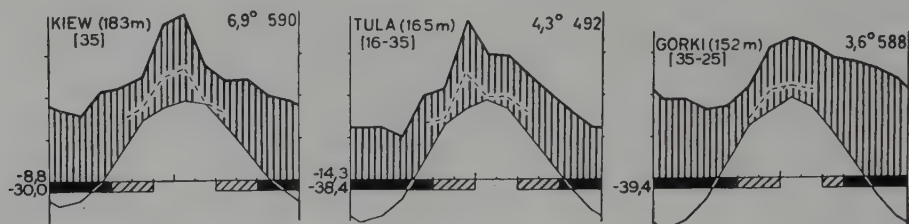


Abb. 113. Klimadiagramme aus der südlichsten Waldzone: Kiew, Tula und Gorki (Lage s. Abb. 117). Dürre- und Trockenzeit fehlen.

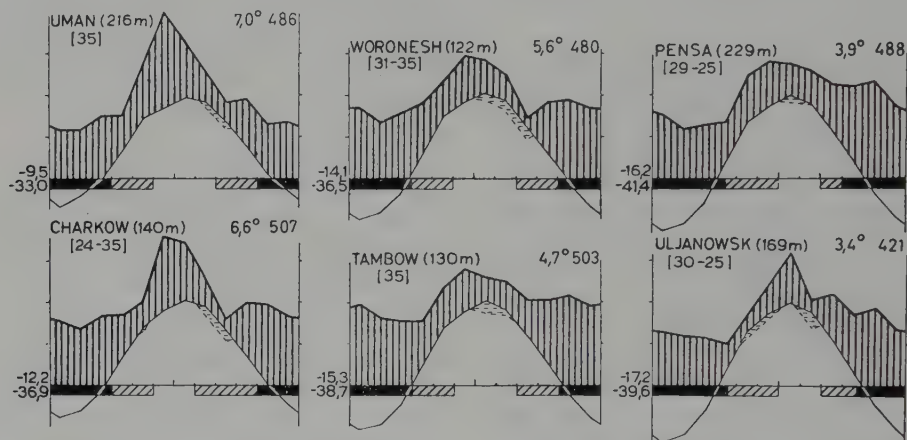


Abb. 114. Klimadiagramme von Stationen in der Waldsteppenzone: Uman, Charkow, Woronesh, Pensa, Tambow und Uljanowsk (Lage s. Abb. 117). Dürrezeit fehlt, Trockenzeit vorhanden. Über die Darstellung der Trockenzeit vgl. Abb. 16.

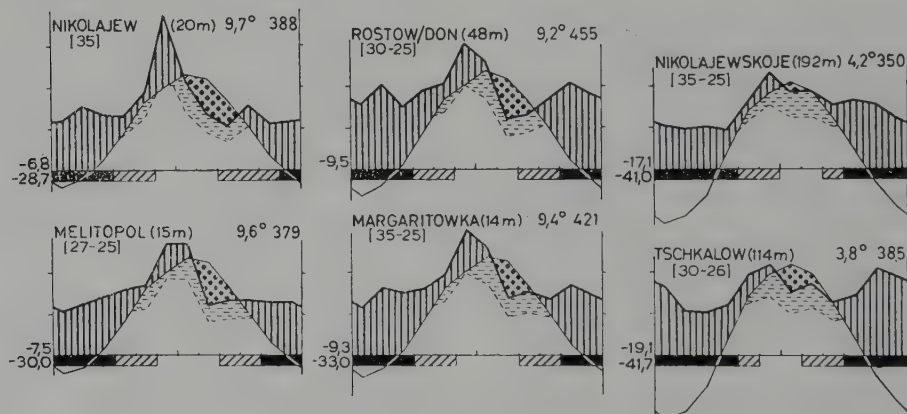


Abb. 115. Klimadiagramme von Stationen in der Federgras-Steppenzone: Nikolajew unweit Odessa, Rostow am Don, Nikolajewskoje, Melitopol, Margaritowka und Tschkalow (Orenburg). Lage s. Abb. 117. Kurze Dürrezeit tritt auf.

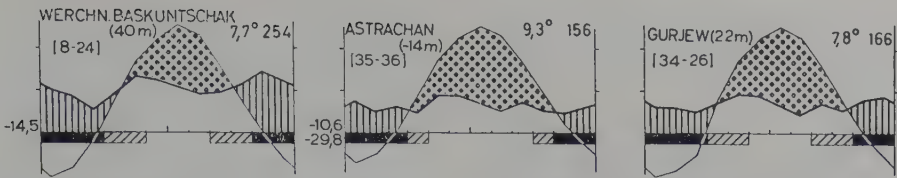


Abb. 116. Klimadiagramme von Stationen in der Halbwüstenzone: Werchnj Baskuntschak, Astrachan und Gurjew (Lage s. Abb. 117). Lange und extreme Dürrezeit typisch.



Abb. 117. Klimatische Gliederung des südlichen Osteuropas: I Waldklima, II Waldsteppenklima, III Steppenklima und IV Halbwüstenklima (aus WALTER 1957).

Klimadiagramme der Stationen im Waldgebiet (Kiew, Tula, Gorki) weisen in der von uns angewendeten Darstellung keine Dürrezeiten auf (Abb. 113), die von Stationen in den südlichen Steppen dagegen eine deutliche Dürrezeit von etwa Mitte Juni bis Ende August (Abb. 115). Diese ist in der Halbwüste besonders ausgeprägt (Abb. 116). Die Klimadiagramme von Stationen, die zwischen diesen Zonen, also in der Waldsteppe liegen, zeigen keine Dürrezeit wohl aber eine Trockenzeit an, die man zur Darstellung bringen kann, wenn man im Klimadiagramm als Hilfslinie die Niederschlagskurve nicht wie üblich im Maßstabverhältnis $10^{\circ}\text{C} = 20\text{ mm}$ (also 1:2), sondern $10^{\circ}\text{C} = 30\text{ mm}$ (also 1:3) einzeichnet (Abb. 114). Es ergibt sich damit eine Klimagliederung im Gebiet der Waldsteppe, wie sie Abb. 117 zeigt. Bei den Klimadiagrammen von den Stationen Lubny, Kursk, Porezkoje und Kasan berührt die gestrichelte Niederschlagskurve gerade die Temperaturkurve oder

überschneidet sie kaum, d.h. diese Orte liegen an der Grenze zwischen Waldgebiet und Waldsteppe. Bei Troizk ist die Trockenzeit schon deutlicher, bei den weiter südlich liegenden Stationen Kirowo, Poltawa, Urupinskaja, Pady, Sysran, Kuibyschew (Samara) und Polibino ist sie schon sehr stark ausgeprägt, wobei für Poltawa die Regenhöhe im September sogar etwas unter dem doppelten Temperaturwert liegt, was schon eine Dürrezeit andeutet. Bei Sysran ist letztere ausgesprochener und entspricht schon mehr der Zone III. Doch dürften das nur kleine lokale Abweichungen sein, die genauer nachzuprüfen wären.

Was die Temperaturverhältnisse anbelangt, so nehmen die mittleren Jahrestemperaturen in jeder Zone von Westen nach Osten ab. Es sinken auch die mittleren täglichen Minima des kältesten Monats und die absoluten Jahresminima. Zugleich steigen jedoch mit zunehmender Kontinentalität die Sommertemperaturen an, so

daß die gesamte Wärmemenge während der Vegetationszeit sich nicht wesentlich von Westen nach Osten ändert.

Es sind somit die hygrischen Verhältnisse für die Begrenzung von Wald und Steppe insgesamt ausschlaggebend. Dasselbe gilt auch für die weitere Gliederung in Steppe und Halbwüste (Abb. 115 und 116).

Was einem jedoch auf dem Kärtchen (Abb. 117) auffällt, ist der regelmäßige Verlauf der Klimagrenzen, der im Gegensatz zu dem unregelmäßigen Verlauf der Vegetationsgrenze steht. Die Tatsache ist darauf zurückzuführen, daß für die Vegetationsgliederung nicht nur das Klima, sondern auch der Boden eine Rolle spielt, vor allem die Bodenart, die für die Wasserversorgung maßgebend ist. In Trockengebieten sind die gröberen Böden für den Baumwuchs, die feinkörnigen für Graswuchs günstiger (WALTER 1968, S. 594–603). Deswegen stößt der Wald in der Waldsteppenzone auf Sandböden weit nach Süden vor, die Steppe dagegen auf Lößböden weit nach Norden (vgl. Abb. 56).

Man muß zudem berücksichtigen, daß die für die Landwirtschaft besonders günstige Waldsteppe heute reines Kulturland ist mit nur sehr wenigen Steppenreservaten und kleinen Steppenresten. Auch der Wald ist so stark dezimiert, daß die Grenze zwischen Laubwaldgebiet und Waldsteppe landschaftlich kaum in Erscheinung tritt.

Deshalb geben die Vegetationskarten meist nicht die heutige Pflanzendecke wieder, vielmehr die ursprüngliche rekonstruierte Vegetation. Als Grundlage dienen dafür die Bodenprofile, deren Typus sich selbst noch bei schon lange beachertem Boden erkennen läßt (vgl. Teil V).

3. Floristische Analyse der breitlaubigen Wälder Osteuropas

Mit der «Analyse der Flora der breitlaubigen Wälder Osteuropas» hat sich Ju. D. KLEOPOV in einer 1941 abgeschlossenen umfangreichen Ar-

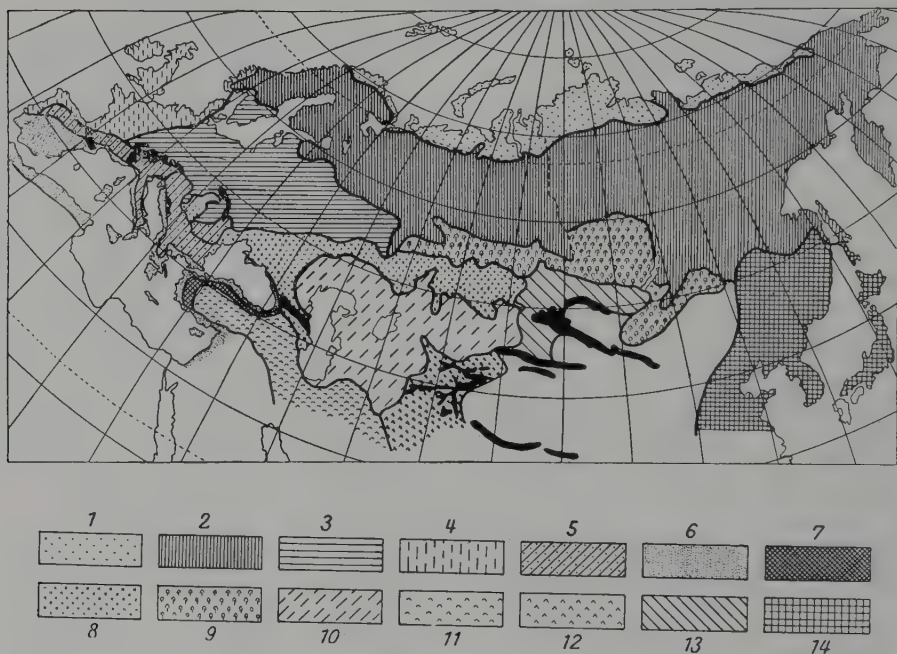


Abb. 118. Florengebiete des Euro-Nordasiatischen Raumes (nach KLEOPOV, etwas verändert): 1 = arktisches, 2 = boreales, 3 = mitteleuropäisches (im weiteren Sinne), 4 = atlantisches, 5 = submediterranes, 6 = mediterranes, 7 = euxinisches (gehört zum submediterranen), 8 = pontisches, 9 = südsibirisches, 10 = turanisches (aralo-kaspisches), 11 = iranisches, 12 = zentralasiatisches, 13 = nordmongolisches, 14 = ostasiatisches. Hochgebirge schwarz (aus WALTER 1954).

beit beschäftigt, die jedoch nach seinem frühen Tod nicht im Druck erschienen ist. KLEPOV legte seiner Analyse die Geoelemente zugrunde, die den auf Abb. 118 dargestellten Florengebieten entsprechen, und stellte für die einzelnen Laubwaldgesellschaften die floristischen Spektren auf, d. h. er berechnete den Anteil der einzelnen Geoelemente in % der Gesamtartenzahl der Gesellschaften, für deren Gliederung er nicht nur die Dominanten, sondern den gesamten Artenbestand heranzog. Insgesamt wurden fast 1000 Arten berücksichtigt, die in den Laubwäldern von den Karpaten bis zum Altai vorkommen.

In Anbetracht der auch für Westeuropa interessanten Einzelheiten des Ausklings der Laubwaldflora gegen Osten soll auf diese Analyse etwas näher eingegangen werden.

Untersucht wurden die Florenspektren folgender Gesellschaften, die einmal eine mehr nördliche Verbreitung von W nach E aufweisen (1–8) und ein anderes Mal eine mehr südliche (1a–7a):

1. *Fagetum podolicum* in den Vorkarpaten,
2. *Carpineto-Nemoretum ucrainicum* zwischen Dnjestr und der Worskla,
3. *Carpineto-Nemoretum* im Polesje-Gebiet auf dem rechten Dnjepr-Ufer,
4. *Mixto-Nemoretum tanaiticum* in der Waldsteppe zwischen Worskla und Choper,
5. *Tiliето-Nemoretum okense* («Sasseki» bei Tula),
6. *Tiliето-Nemoretum volgense* auf dem rechten Wolga-Ufer zwischen den Shiguli und Saratow,
7. *Mixto-Nemoretum praeuralense* in den südlichen Vorbergen des Urals,
8. *Tiliेतum uralense* der westlichen Vorberge des Südurals,
- 1a. *Quercetum petraeae caricosum moldavicum* auf der südlichen Wasserscheide zwischen Südl. Bug und Dnjestr,
- 2a. *Spinoso-Fruticeto-Quercetum herbosum* am Südrand der Waldsteppe auf dem rechten Dnjepr-Ufer,
- 3a. *Fruticeto-Quercetum vallense moldavicum* auf dem linken Dnjestr-Ufer in der Moldau-Republik,
- 4a. *Fruticeto-Quercetum vallense donetizicum* im Donez-Becken,
- 5a. *Fruticeto-Quercetum caricosum tanaiticum* in der Waldsteppe des Don-Beckens,
- 6a. *Fruticeto-Quercetum herbosum volgense* in der

Waldsteppe rechts der Wolga zwischen den Shiguli und Saratow,

- 7a. *Quercetum herbosum praeuralense* im südlichen Ural.

Anmerkung: Mit «*Fruticeto*» werden gebüschartige Gesellschaften bezeichnet.

Von den genannten Laubwaldgesellschaften liegen die podolischen und moldauischen noch westlich von dem hier zu behandelnden Großraum. Vergleicht man die Artenzahlen, die für die Laubwälder der Waldsteppe aus den einzelnen Gebieten angegeben werden, so betragen sie

in der Westukraine	236
im Donez-Gebiet	160
im Wolga-Gebiet	103
westlich vom Ural	100
im Südurale	82

Unterschieden werden unter den in den Laubwäldern vorkommenden Arten von einem mehr osteuropäischen Standpunkt aus folgende Geoelemente:

- A. Holarktische: *Dryopteris filix-mas*, *Deschampsia caespitosa*, *Monotropa hypopitys*, *Adoxa moschatellina*, *Poa nemoralis* u. a.
- B. Euroasiatische: *Salix caprea*, *Prunella vulgaris*, *Galium aparine*, *Dactylis glomerata*, *Urtica dioica* u. a.
- C. Boreale: *Athyrium filix-femina*, *Dryopteris pumila*, *D. spinulosa*, *Equisetum hiemale*, *E. pratense*, *Milium effusum*, *Chrysosplenium alternifolium*, *Gnaphalium sylvaticum* (panboreal), *Melica nutans*, *Majanthemum bifolium*, *Paris quadrifolia*, *Populus tremula*, *Sorbus aucuparia*, *Rubus idaeus*, *Fragaria vesca*, *Padus racemosa*, *Oxalis acetosella*, *Impatiens noli-tangere*, *Lonicera xylosteum*, *Veronica officinalis* (paläo-boreal).
- D. Südsibirische: *Geum aleppicum*, *Carex rhizina*, *Lilium martagon*, *Polygonatum officinale*, *Betula verrucosa*, *Melandrium noctiflorum*, *Rubus caesius*, *Frangula alnus*, *Daphne mezereum*, *Viola hirta*, *Cimicifuga foetida*, *Pulmonaria mollissima*; dazu auch weniger ausgeprägt: *Vicia sepium*, *Angelica sylvestris*, *Heracleum sibiricum*, *Listera ovata*, *Epipactis latifolia*, *E. rubiginosa*, *Moehringia trinervia*, *Orobanchis vernus*, *Scrophularia nodosa*, *Viburnum opulus*, *Chrysanthemum corymbosum*, *Myosotis sparsiflora*, *Rhamnus cathartica*, *Hypericum perforatum*, *Aegopodium podagraria*.
- E. Europäische: *Carex digitata*, *C. montana*, *C. remota*, *Platanthera chlorantha*, *Neottia nidus-avis*, *Corylus avellana*, *Quercus robur*, *Ulmus scabra*, *Stellaria holostea*, *Anemone nemorosa*, *A. ranunculoides*, *Ranunculus ficaria*, *Berberis vulgaris*, *Corydalis halleri*, *Alliaria officinalis*, *Geum urbanum*, *Pyrus communis*, *Malus sylvestris*, *Crataegus kyrtostyla*,

Rosa canina, *R. dumetorum*, *Lathyrus niger*, *Mercurialis perennis*, *Evonymus europaeus*, *Acer campestre*, *A. platanoides*, *Tilia cordata*, *Viola riviniana*, *Anthriscus sylvestris*, *Cornus sanguinea*, *Primula veris*, *Lysimachia nummularia*, *Fraxinus excelsior*, *Pulmonaria officinalis*, *Lamium galeobdolon*, *Stachys officinalis*, *Melampyrum nemorosum*, *Sambucus nigra*, *Campanula latifolia*, *Arctium nemorosum*, *Cirsium oleraceum*.

Ea. Westeuropäische: *Polystichum lobatum*, *Phyllitis scolopendrium*, *Equisetum maximum*, *Melica uniflora*, *Festuca heterophylla*, sowie *Hordelymus europaea*, *Allium ursinum*, *Cephalanthera grandiflora*, *Carpinus betulus*, *Quercus petraea*, *Corydalis cava*, *C. intermedia*, *Dentaria bulbifera*, *Grossularia reclinata* (= *Ribes grossularia*), *Crataegus monogyna*, *Prunus avium*, *Geranium phaeum*, *Hypericum montanum*, *Viola sylvestris*, *Epilobium lamyi*, *Hedera helix*, *Vinca minor*, *Melittis melissophyllum*, *Scrophularia vernalis*, *Dipsacus pilosus*, *Mycelis muralis*.

Eb. Osteuropäische: *Arum besserianum*, *Acer tataricum*, *Viola tanaitica*, *Evonymus nanus*.

Ec. Mitteleuropäische: *Dactylis aschersoniana*, *Scilla bifolia*, *Galanthus nivalis*, *Isopyrum thalictroides*, *Ranunculus sardous*, *Acer pseudoplatanus*, *Laserpitium latifolium*, *Dentaria glandulosa*, *Vicia dumetorum*, *Euphorbia angulata* (cf. *dulcis*), *Scopolia carniolica*.

Ed. Mittel-osteuropäische: *Carex pilosa*, *Ulmus campestris*, *U. laevis*, *Clematis recta*, *Vicia pisiformis*, *Evonymus verrucosus*, *Chaerophyllum aromaticum*, *Omphalodes scorpioides*, *Ajuga genevensis*, *Lamium maculatum*, *Salvia glutinosa*, *Galium schultesii*, *Lactuca stricta*.

Ee. Europäisch-disjunkte: *Festuca gigantea*, *F. sylvatica*, *Carex cuprina*, *C. sylvatica*, *C. spicata*, *Gagea lutea*, *G. minima*, *Asarum europaeum*, *Actaea spicata*, *Ranunculus cassubicus*, *Astragalus glycyphyllos*, *Hypericum hirsutum*, *Circaea lutetiana*, *Sanicula europaea*, *Campanula persicifolia*, *C. rapunculoides*, *C. trachelium*, *Epilobium montanum*, *Stachys sylvatica*, *Lathraea squamaria*, *Hepatica nobilis*, *Malachium aquaticum*, *Asperula odorata*, *Brachypodium sylvaticum*, *Cardamine impatiens*, *Viola collina*, *V. mirabilis*, *Convallaria majalis*, *Polystichum braunii*, *Polygonatum multiflorum*, *Clinopodium vulgare*. Die Verschiedenheit der Disjunktionen wurden hier nicht unterschieden.

F. Submediterrane: *Carex brevicollis*, *Asparagus tenuifolius*, *Arabis turrita*, *Sorbus torminalis*, *Euphorbia amygdaloides*, *Cornus mas*, *Lithospermum purpureo-coeruleum*, *Galium vernum*, *Sambucus ebulus*, *Viburnum lantana*; balkanisch: *Polygonatum latifolium*, *Helleborus purpurascens*, *Coronilla elegans*, *Orobos venetus*; circumcaucasisch: *Scilla sibirica*, *Staphylea pinnata*, *Symphytum tauricum*, *Melica picta*, *Carex michelii*, *Scutellaria altissima*. Dazu auch: *Lactuca chaixii*,

Viola odorata, *Ligustrum vulgare*, *Dentaria quinquefolia*, *Glechoma hirsuta*.

G. Subpontische: *Phleum phleoides*, *Bromus erectus* ssp. *riparius*, *Agropyrum intermedium*, *Festuca sulcata*, *Ranunculus polyanthemus*, *Clematis integrifolia*, *Prunus fruticosa*, *Potentilla recta*, *Agrimonia eupatoria*, *Coronilla varia*, *Lathyrus pannonicus*, *Caragana frutex*, *Lavatera thuringiaca*, *Phlomis tuberosa*, *Centaurea ruthenica*, *Inula germanica*, *Arctium tomentosum*.

Man sieht aus dieser Liste, daß unter Berücksichtigung des gesamten eurasischen Raumes die Einteilung in Geoelemente etwas anders ausfällt, als von westeuropäischer Sicht aus. Das gilt vor allen Dingen für das südsibirische Geoelement.

Alle von KLEOPOV untersuchten Breitlaubwälder zwischen den Karpaten und dem Altai enthielten 981 Arten. Diese verteilen sich folgendermaßen auf die einzelnen Geoelemente:

Europäisches:	34,75% (eumi 6,42%)
Submediterranes:	11,29%
Boreales:	10,29%
Südsibirisches:	6,62%
Subpontisches:	7,44%

Der Rest umfaßt verschiedene Arten, z. T. Unkräuter, die als Folge der Beweidung in die Wälder eindringen.

Für die einzelnen Gesellschaften ergeben sich nachfolgende Spektren (s. Tabelle 13).

Betrachtet man diese Florenspektren, so erkennt man, daß in allen Breitlaubwäldern das europäische Geoelement (genauer das mitteleuropäische im weitesten Sinne = submi) überwiegt, wobei das eigentlich mitteleuropäische (= eumi) nur in den Wäldern eine größere Rolle spielt, die noch westlich von unserer mitteleuropäisch-osteuropäischen Grenzzone liegen (bei 1, 2 und 1a), sonst aber fehlt. Die borealen Geoelemente treten nur in den nördlichen und östlichen Wäldern auf, also dort, wo die Laubwälder nahe an die Nadelwaldzone, bzw. den Ural herankommen (3, 5, 6, 7, 8, und 7a). Interessant ist die Zunahme des südsibirischen Geoelements nach Osten hin. Es sind nach KLEOPOV «betuletale» Elemente, also Arten der Westsibirischen Waldsteppe mit lichten Espen- und Birkenhainen. Überhaupt vertritt KLEOPOV die Ansicht, daß im Spätglazial in ganz Osteuropa ein sehr kontinentales kaltes und relativ trockenes Klima herrschte vergleichbar mit dem heutigen sibirischen. Während der Birkenzeit

Tab. 13: Anteil der einzelnen Geoelemente in den verschiedenen Waldgesellschaften der Ukraine in % (Zu den einzelnen Geoelementen wurden hier auch die Arten hinzugerechnet, die zu diesem Typus tendieren; die Zahlen sind deshalb z. T. etwas höher als die bei КЛЕОПОВ).

		Europ.	(eumi)	Boreale	S-sibir.	Submedit.	subpont.
A. Schattige Wälder							
1. <i>Fagetum podolicum</i>	(westl.)	74	(13)	10	0.9	6	—
2. <i>Carpineto-Nemoretum ucrain.</i>		64	(10)	9	5	11	2
3. <i>Carpineto-Nemoretum poles.</i>	(nördl.)	54	(5)	22	5	—	1
4. <i>Nemoretum tanaiticum</i>		61	(3)	7	7	6	—
5. <i>Tilieto-Nemoretum okense</i>	(nördl.)	56	(4)	22	5	2	—
6. <i>Tilieto-Nemoretum volgense</i>	(nordöstl.)	49	(—)	18	11	4	3
7. <i>Nemoretum praeuralense</i>	(östl.)	36	(—)	25	18	1	3
8. <i>Tilietum uralense</i>	(östl.)	34	(—)	24	21	—	—
B. Lichte Wälder und Gebüsch der Waldsteppe							
1a. <i>Querc. petr. moldavicum</i>	(südwestl.)	65	(9)	2	6	20	1
2a. <i>Spinoso-Frut. Quercetum borysthenium</i>		45	(1)	4	8	10	17
3a. <i>Frutic.-Quercetum moldav.</i>	(südwestl.)	55	(1)	—	9	19	10
4a. <i>Fruticeto-Quercetum donetzicum</i>		49	(—)	1	8	17	17
5a. <i>Fruticeto-Quercetum tanaiticum</i>		49	(—)	6	10	7	6
6a. <i>Fruticeto-Quercetum volgense</i>		39	(—)	4	17	2	24
7a. <i>Quercetum praeuralense</i>		29	(—)	13	24	5	8

des Präboreals in der Postglazialzeit dominierte das lichtliebende «betuletales» oder südsibirische Geoelement¹; es wurde erst nach der Einwanderung der Breitlaubholzarten infolge der stärkeren Beschattung zunehmend unterdrückt, trägt heute somit im Westen gewissermaßen Reliktcharakter und stellt sich gern auf mit Birken bestandenen Lichtungen ein. Das submediterrane Element ist in den südwestlichen Wäldern der tiefen Lagen (1a, 3a), die im Kontakt mit dem Balkan stehen, stärker vertreten, aber auch im Osten in der Waldsteppe, wobei sich hier mehr der Einfluß des krim-kaukasischen submediterranen oder circumeuxinischen Florenggebietes bemerkbar macht. Was das subpontische Geoelement der lichtliebenden Steppenpflanzen anbelangt, so können sie nur in offene Gebüsch eindringen und das um so eher, je unmittelbarer diese an die Steppe grenzen (2a, 3a, 4a und 6a).

Die lichten Wälder und Gebüsch zeigen deut-

lich eine Gliederung in westliche (1a bis 4a) mit vielen submediterranen und wenigen südsibirischen Geoelementen und in östliche (5a, 6a und 7a), in denen die ersteren schwach vertreten sind, die südsibirischen dagegen nach Osten zunehmend stärker.

4. Die Oberflächengestaltung des südwestlichen Osteuropas

Von allgemeinen Arbeiten dieses Raumes, der dem Gebiet der Ukraine entspricht, seien genannt: LAVRENKO (1930), LAVRENKO und POGREBNJAK (1926), КЛЕОПОВ und LAVRENKO (1938). Außerdem hat КЛЕОПОВ die ursprüngliche Vegetation der Ukraine auf einer noch nicht gedruckten, sehr detaillierten Karte 1:1 Million dargestellt.

Seine Erläuterungen zu dieser Karte wurden von G. SOSULIN zusammengestellt. Wir stützen uns auf diese Darstellung, nennen auch einige Verfasser von Spezialarbeiten, verzichten jedoch ihre meist in ukrainischer Sprache veröffentlichten Arbeiten im Literaturverzeichnis anzuführen.

Die wichtigsten Gesellschaften aus diesem Gebiet bringen wir in stark verkürzter Form, aber doch aus-

¹ Zugleich waren die trockenen Hänge von periglazialen Steppen (mit einzelnen Kiefern) bedeckt, die ebenfalls aus südsibirischen Arten bestanden. Die Breitlaubwälder kamen mit dieser südsibirischen Vegetation in Kontakt, während die trockenen Steppen erst später in der Xerothermperiode nach Norden vorrückten.

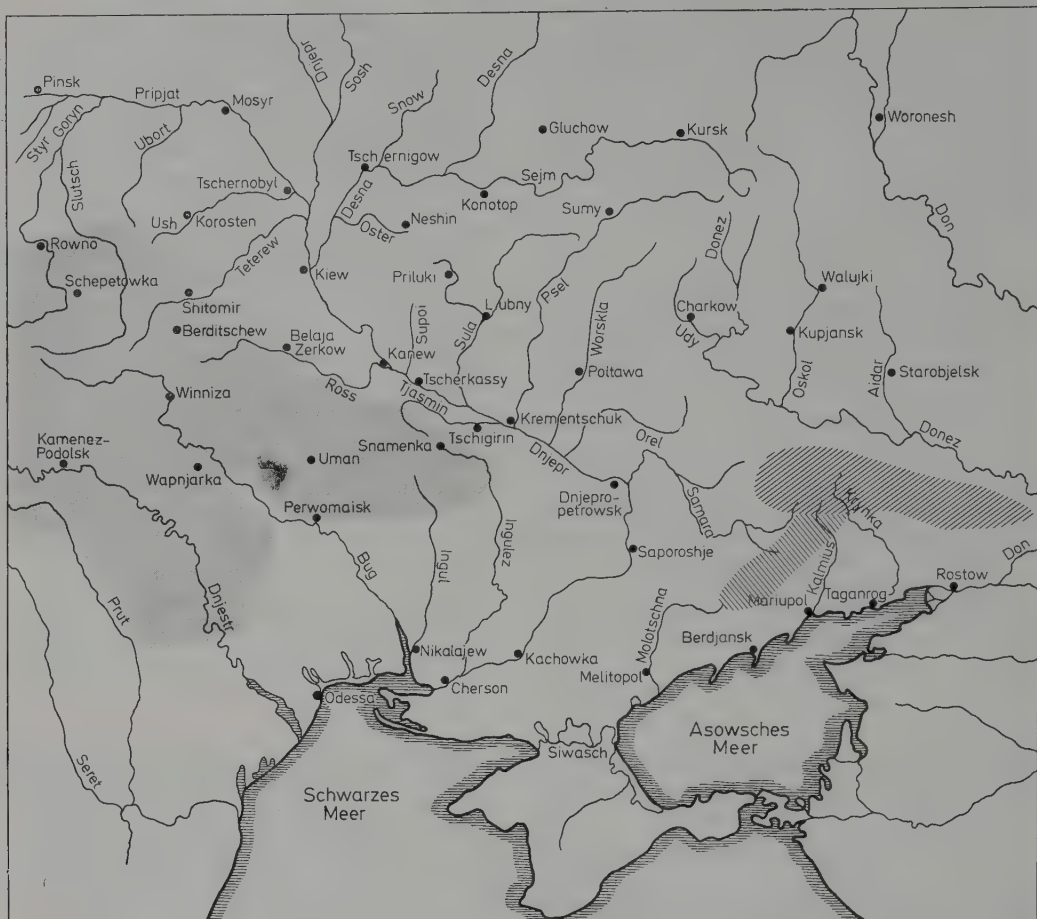


Abb. 119. Karte mit den im Text genannten Städten und Flußnamen der Ukraine. Getönt und schraffiert erhöhtes Gelände (vgl. Abb. 120). Psel = Psjol.

fürhlicher als von den anderen Teilen Osteuropas. Denn gerade dieses Vegetationsgebiet ist als Übergang von Westeuropa zu dem östlichen arideren Raum von besonderem Interesse. Die extrazonale Vegetation in Mitteleuropa an trockenen Standorten zeigt deutliche Anklänge an die zonale Vegetation im Osten und ist nur richtig zu verstehen, wenn man letztere kennt.

KLEPOV unterscheidet auf seiner Vegetationskarte folgende Vegetationstypen mit ihren Unterteilungen:

- I. Wälder: Kiefernwälder, Kiefern-Eichenwälder, Breitlaubwälder
- II. Steppen (verschiedene, s. Teil V)
- III. Azonale Vegetation: Wiesen, Moore und Sümpfe, Salzpflanzen- und Meeresstrandgesellschaften (vgl. Teil V).

Die Kiefernwälder hatten wir bereits in Teil III besprochen. In diesem Teil IV sollen nur die reinen Breitlaubwälder behandelt werden. Auf die Steppen kommen wir im nächsten Teil V sehr ausführlich zurück.

Zunächst soll jedoch, um Wiederholungen zu vermeiden, die Oberflächengestaltung des gesamten Gebietes kurz besprochen werden, da ihre genauere Kenntnis das Verständnis der Vegetationsverhältnisse im Südwesten Osteuropas erleichtert (Abb. 119, mit Namen von Flüssen und Städten).

Es handelt sich im wesentlichen um eine Ebene, die sich ohne scharfe Grenzen nach Norden und Osten erstreckt. Leichte Erhebungen und Senkungen ermöglichen jedoch eine gewisse Gliederung.



Abb. 120. Geomorphologische Gliederung der Ukraine (Wolynisch = Wolhynisch)

Wir unterscheiden folgende Erhebungen (Abb. 120).

1. Die *Wolynisch-podolische Platte* zwischen Dnjepr und dem mittleren Dnjepr. Sie erreicht zwischen Bug und Dnjepr eine Höhe von 392 m,
2. das *Asowsche Küstenplateau* nördlich von Berdjansk und Mariupol (bis 236 m),
3. den *Donez-Höhenrücken*, eine hügelige Hochfläche (bis 369 m NN), in die das Asowsche Küstenplateau nach Osten unmittelbar übergeht,
4. die *Ausläufer der Mittelrussischen Platte*, an der Desna, am Sejm, am Psjel, am Donez und am Oskol, also in den Gebieten von Gluchow, Sumy, Charkow und Kupjansk.

Dazwischen liegen eine Reihe von Senken:

1. Das *Polesische Tiefland*, zu dem die wolynisch-podolische Platte nördlich der Linie Kowel-Luzk (im Westen) über Rowno-Korosten-Shitomir abfällt und das durch die Pripjat und ihre Nebenflüsse entwässert wird (Rokitno-Sümpfe),
2. die *Niederung am linken Dnjeprufer* von der Desna-Mündung im Norden bis zur Samara-Mündung im Süden,
3. die *Saporoschje-Senke* östlich vom Dnjepr-Knie gelegen, die sich mit einer Höhe von 125–

170 m von der Dnjepr-Niederung und der nächstfolgenden, die sie verbindet, wesentlich abhebt.

4. die große *Schwarzmeeres-Asowsche Niederung*. Diese nimmt den ganzen südlichen Teil der Ukraine vom unteren Dnjepr über den unteren Bug und unteren Dnjepr bis etwa Berdjansk ein. Sie ist fast vollkommen eben und fällt von etwa 130 m langsam zum Meeresspiegel ab. Große Teile derselben liegen kaum 50 m über dem Meere.

Die *Wolynisch-podolische Platte* erhebt sich ostwärts der Vorkarpaten-Niederung zwischen Sambor und Stanislaw, besitzt im wesentlichen eine Höhenlage von 250–300 m und nimmt zum Dnjepr bis auf 165–250 m ab (Dnjepr-Höhen). Sie ist mit Löß bedeckt und häufig durch junge Erosionsschluchten zerteilt. Die Nordgrenze der Lößverbreitung ist zugleich die Nordgrenze der erhöhten Fläche.

Im allgemeinen wird die Erhebung aus horizontalen tertiären Schichten (Kalken, Sandsteinen, Konglomeraten und Kreideablagerungen) gebildet. In den 100 m tiefen, canyonartigen Tälern des Dnjepr und seiner Nebenflüsse sind sie angeschnitten. Weiter im Osten dagegen stehen in den Flußtälern, z. B. vom Südlichen Bug, Teterew, Rosj, Dnjepr u. a. *Granitfelsen der Ukrainischen Kristallinen Platte* an. Am Südrand derselben bilden die Flüsse Stromschnellen, z. B. der Bug südlich Perwomaisk, der Dnjepr bei

Saporoshje. Die Landschaft dieser Täler der Ukraine ist durch den hügeligen Charakter besonders maleisch. Das ganze Gebiet war selbst während der Dnjepr (= Riß)-Eiszeit, d.h. der vorletzten und stärksten Vereisung, vom Gletscher nur in den nordöstlichen Randgebieten bedeckt. Dieser machte am Nordrand der Hochfläche halt und erstreckte sich dann längs des Dnjeprs (bis 70 km oberhalb Dnjepropetrowsk) weit nach Süden (Abb. 56). Die letzte Vereisung während der Waldai (= Würm)-Eiszeit erreichte die Ukraine nicht. Doch wurde das vom Gletscher mitgebrachte Material von den Schmelzwässern in den Niederungen hauptsächlich in Form von alluvialen und fluvio-glazialen Sanden mit tonigen Zwischenlagen abgesetzt (Abb. 56). Die Ablagerungen erreichen eine Mächtigkeit von 40–100 m. Besonders ausgedehnte versumpfte Sandebenen findet man in der Polesischen Niederung, auf die wir bereits hinwiesen (S. 119). Pinsk im Zentrum des Beckens liegt 130 m über dem Meer, die Ränder etwa 55–80 m höher.

Eine Lößdecke fehlt diesem Teil der Ukraine mit Ausnahme einiger Inseln mit sandigem Löß ganz. Dagegen sind die Moränenablagerungen, die die Gletscherzunge auf dem linken Dnjeprufer hinterließ, von Löß überdeckt. Es ist das Gebiet der *weiten Dnjeprterrassen*, die zwischen Kiew und Priluki eine Gesamtbreite von 125 km erreichen. Diese Dnjepr-Niederung weist eine Höhenlage zwischen 85–130 m auf. Der Abfluß des Wassers von der Ebene ist erschwert, so daß ein hoher Grundwasserstand und häufig leichte Verbrackung der feuchten Stellen beobachtet wird. Von den 3 deutlich ausgebildeten Terrassen entspricht die unterste der heutigen Dnjepr-Aue, die zweite sandige war die Aue des Dnjeprs zur Waldai (= Würm)-Eiszeit und die dritte mit Löß bedeckte gehört dem Alter nach der Dnjepr (= Riß)-Eiszeit an. Nach Osten geht die Dnjeprniederung allmählich in die *Ausläufer der Mittelrussischen Platte* über, die eine Höhe von 170–250 m erreichen. Sie stellen ein zerfurchtes Lößplateau dar, das auf Kreide und frühtertiären Schichten ruht. Die Mittelrussische Platte zwang den Gletscher der Dnjepr-Eiszeit, um sie herum zu fließen und den Niederungen folgend die Dnjepr- und Donzunge zu bilden.

Die Ukrainische Kristalline Platte setzt sich ostwärts des Dnjeprs unter der Saporoshje-Senke fort, um im *Asowschen Küstenplateau* wieder als Erhebung landschaftlich hervorzutreten. Beim anschließenden *Donez-Höhenrücken* handelt es sich um ein altes abgetragenes Faltengebirge; die kristallinen Gesteine sind hier durch Sedimentschichten des Karbons, die auch Kohlenflöze enthalten, überlagert. Der Höhenrücken selbst ist eine 200–360 m über dem Meere liegende, hügelige und durch Erosion sehr stark in Schluchten aufgeteilte Erhebung.

Am einförmigsten ist die *Schwarzmeer-Asowsche Niederung*, die nur in der Nähe von Flüssen Schluchtenbildung aufweist. Sie trägt eine geschlossene Löß-

decke, unter der tertiäre Tone und Kalksteine (insbesondere der pontische aus Muscheln zusammengesetzte weiche Kalkstein) liegen. Nur in den Flußtälern treten sie zu Tage. Gegen das Meer zu fällt diese Ebene mit einem etwa 10–20 m hohen Steilrand ab. Südlich des unteren Dnjepr aber, wo das Land einer ständigen Senkung unterworfen ist, geht es kaum merklich in die flachen Meerbusen und Haffe, hier Limane genannt, über. Diese sind oft durch sandige Nehrungen vom eigentlichen Meer abgetrennt.

Die Lößdecke überzieht fast die ganze Ukraine mit Ausnahme Polesiens, indem sie die Oberflächenformen der darunter liegenden Schichten mehr oder weniger nachbildet, nur ist sie in den Mulden meist etwas mächtiger als auf den Erhebungen. Die Dicke der Lößdecke schwankt von wenigen Metern bis zu 50 m. Auf dem Asowschen Küstenplateau und auf dem Donez-Höhenrücken fehlt sie fast ganz. Auf den ersteren liegen verwitternde Blöcke der kristallinen Gesteine als «Steinerne Gräber» direkt auf der Oberfläche.

Der Löß ist eine Ablagerung der Eiszeit; in den Interglazialzeiten fand keine Lößablagerung statt, sondern auf seiner Oberfläche kam es zur Ausbildung eines Bodenprofils. Da Eiszeiten und Interglazialzeiten mehrmals abwechselten, kann man auch 3–4 Lößschichten, die durch 2–3 fossile Bodenhorizonte getrennt sind, unterscheiden. Die Korngrößen des Lösses schwanken zwischen 0,025–0,05 mm. Da der Löß durch den Wind, und zwar von den Moränengebieten im Norden in der Richtung nach Süden verfrachtet wurde, fand eine gewisse Aussortierung statt, indem die gröberen Teilchen früher abgelagert, die feinsten dagegen weitertransportiert wurden. Der Löß ist deshalb im Norden etwas sandiger, im Süden schluffiger.

An der Ausbildung des Reliefs beteiligten sich in der Ukraine auch Hebungen und Senkungen der Erdkruste während des Quartärs.

In dauernder Hebung begriffen sind die Wolynisch-podolische Platte und der Donez-Höhenrücken. Die Stromschnellen der Flüsse sind ein Beweis dafür, daß diese Bewegung noch nicht abgeschlossen ist. Ein großes in Senkung begriffenes Gebiet finden wir, wie bereits erwähnt, am Ufer des Schwarzen Meeres und auf der Nordkrim. Die weiten Flußlimane im Mündungsgebiet von Dnjestr, Bug, Dnjepr und der Molotschna, ebenso wie die vielen Lagunen an der Meeresküste und des Faulen Meeres (Siwasch) selbst sind ein Zeugnis für ertrinkende Flußtäler und Küstenteile. Die Senkung erreichte während des Quartärs 80–110 m, die Hebung im Dnjestrgebiet 200 m. Die Höhen-

amplitude dieser Bewegungen macht also insgesamt über 300 m aus.

Auf die klimatischen Verhältnisse waren wir an Hand von Klimadiagrammen bereits eingegangen (Abb. 113–117).

5. Die Laubwälder der Ukraine

Wir hatten bereits das Urwaldgebiet von Bialowjesch kennen gelernt (vgl. S. 110), in dem die Laubhölzer überwiegen. Es liegt außerhalb der Ukraine, doch bildet es die Fortsetzung des Polesje-Gebiets nach Nordwesten. Dort war noch die Fichte den Carpineten in erheblicher Menge beigemischt selbst auf den besten Böden. In der Ukraine kommt diese Baumart nur im äußersten Norden vor, so daß wir auf den guten Böden reine Laubwälder antreffen, die aus Hainbuche mit Eiche bestehen und ebenfalls als »Grud« bezeichnet werden. Man findet sie in Polesien auf dem rechten Dnjepr-Ufer, aber auch auf der linken Dnjepr-Seite.

a) Die Eichen-Hainbuchenwälder (Carpineto-Nemoretua)

Das Charakteristische für diese Wälder ist eine obere Baumschicht aus mehr oder weniger lichtliebenden Holzarten, wie *Quercus robur*, *Acer platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *Fraxinus excelsior*, *Ulmus scabra* (*montana*), und eine untere Baumschicht aus Hainbuche (*Carpinus betulus*). Die Kiefer fehlt ganz; die Strauchschicht ist unterdrückt und besteht aus vereinzelter Hasel (*Corylus avellana*), *Evonymus verrucosus*, *Viburnum lantana* u.a. Im Norden ist eine feuchtere Subassoziation, das C.-N. aegopodiosum am verbreitetsten, im Süden eine trockenere, das C.-N. caricosum pilosae.

Die häufigsten Arten der Krautschicht sind auch in Mitteleuropa weitverbreitete Waldarten. Im einzelnen unterscheidet KLEOPOV 9 Untergliederungen der Eichen-Hainbuchenwälder.

1. Sauerklee- und Giersch-reiche Eichen-Hainbuchenwälder (*Carpineto-Nemoretum oxalidosum et aegopodiosum*) mit eingestreuter Haselwurz (C.-N. *asarosum*) in Polesien. Sie nehmen in diesem Gebiet die feuchten Böden ein und zwar die Lößinseln, die hellgrauen und grauen Waldböden oder die schwach podsolierten Lehme und lehmigen Sande, unter denen in ge-

ringer Tiefe Geschiebelehme anstehen. Dabei zeigen *Oxalis* und *Aegopodium* die feuchten Standorte an und *Asarum* die frischen.

In der oberen Baumschicht kann die Erle (*Alnus glutinosa*) vorkommen. Die Hainbuche gedeiht gut und erreicht fast die obere Baumschicht. Die Entwicklung der Strauchschicht hängt ganz von der Dichte der unteren Baumschicht ab. In ihr kommen neben Hasel auch *Frangula alnus*, *Viburnum opulus* und *Evonymus europaeus* vor, auf verarmten Böden auch *Sorbus aucuparia*. In der Krautschicht sind neben *Oxalis* und *Aegopodium* auch *Hepatica nobilis*, *Orobis vernus*, *Asperula odorata* u.a. häufig. Oft dominiert auf schlechter entwässerten Böden *Carex brizoides*. Diese Art breitet sich besonders auf Waldschlägen aus, wobei sich *Deschampsia caespitosa*, *Polygonum minus*, *Malachium aquaticum* und auch *Lythrum salicaria*, *Athyrium filix-femina*, *Polygonum aviculare*, *Gnaphalium sylvaticum* und *Cirsium*-Arten hinzugesellen. Stete Arten sind auch *Majanthemum bifolium* und *Viola spec.*, daneben *Stellaria holostea*, *Carex pilosa*, *Ajuga reptans*, *Glechoma hirsuta*, *Dryopteris spinulosa* und *Anemone*. Infolge der starken Beschattung ist die Krautschicht oft sehr spärlich entwickelt.

Bei stärkerer Vernässung leiten die Wälder mit Esche zu Erlenbrüchern über, ohne Esche zu Hochmooren. In letzterem Falle verschwindet auch die Hainbuche ganz.

Die meisten beschriebenen Wälder sind heute Ackerland, die feuchten Varianten zum Teil Wiesen.

2. Haselwurz- und Sanikel-reiche Eichen-Hainbuchenwälder (C.-N. *asaroso-saniculosum*) in Polesien auf dem linken Dnjeprufer.

Wälder dieser Art nehmen im genannten Gebiet keine großen Flächen ein. In der Baumschicht entwickelt sich auf kalkhaltigen Böden besonders gut die Esche. *Sanicula europaea* ist eine Charakterart, die auch nach Osten kaum über das Hainbuchenareal hinausgeht. Gegenüber den vorigen Wäldern sind hier häufiger *Pulmonaria officinalis*, *Galium verum*, *Polygonatum officinale* u.a.

Die Hainbuchenwälder in Polesien zeichnen sich vor denjenigen der Waldsteppe durch das stärkere Hervortreten der nordischen und das fast völlige Fehlen der submediterranen Elemente aus.

3. Giersch-reiche E.H.-Wälder (C.-N. *aegopodiosum*) des Kiew-Gebietes mit eingestreuten Farn- und Springkraut-reichen (C.-N. *filicosum et impatiensum*).

Floristisch sind diese Wälder sehr gut charakterisiert. Unter den Baumarten ist an erster

Stelle die Hainbuche zu nennen, die in der Wuchshöhe den anderen nachsteht. Dann folgen die Eiche, Esche, Spitzahorn, Linde, die drei Ulmenarten, Birken und Espe. Die untere Baumschicht wird durch *Acer campestre*, *Pyrus communis* und *Malus sylvestris* gebildet. In der Strauchschicht findet man *Corylus*, *Acer tataricum*, *Cornus sanguinea*, *Rhamnus cathartica* und *Frangula alnus*, *Evonymus europaeus* und *E. verrucosus*, *Padus racemosa*, *Crataegus oxyacantha*, an unreinigten Stellen *Sambucus nigra* und am Waldrand *Prunus spinosa*. Auch hier ist bei starker Beschattung die Strauchschicht sehr ärmlich, ebenso wie auch die Krautschicht, namentlich im Sommer, wenn man nur wenige Blätter von *Asarum* und *Asperula*, sowie vereinzelt *Neottia nidus-avis* findet.

Dafür sind die Frühjahrsblüher sehr viel reichlicher: *Galanthus nivalis*, *Scilla bifolia*, *Gagea lutea*, *G. minima*, *Pulmonaria officinalis*, *Corydalis solida*, *Ranunculus ficaria*, *Anemone ranunculoides*, *Dentaria bulbifera*, *D. quinquefolia*, *Viola odorata*, *V. hirta*, *Omphalodes scorpioides*, *Stellaria holostea*, *Adoxa moschatellina*, *Orobanchus vernus*, *Viola mirabilis*, *Moehringia trinervia*, *Actaea spicata*, *Mercurialis perennis*, *Glechoma hirsuta*.

Sie werden im Sommer ersetzt durch *Asperula odorata*, *Polygonatum multiflorum*, *P. latifolium*, *Lilium martagon*, *Aegopodium podagraria*, *Milium effusum*, *Agropyrum caninum*, *Festuca gigantea*, *Brachypodium sylvaticum*, *Carex pilosa*, *C. muricata*, *C. digitata*, *C. sylvatica*, *Dryopteris filix-mas*, *D. spinulosa* und auch *Cystopteris fragilis*. *Asarum europaeum* ist immergrün. Im Spätsommer blüht *Aconitum lasiostomum*.

In den Schluchten dominieren oft *Allium ursinum* und *Ranunculus ficaria*.

Die Farn- und *Impatiens*-reichen Eichen-Hainbuchenwälder sind im regnerischen an Polesien angrenzenden Teil verbreiteter und kommen im Süden nur als Schluchtwäldchen vor. Hainbuche und Esche nehmen in der Baumschicht ab, die Linde zu. Die Eiche ist nur durch die späte Form (*Quercus robur* var. *tardiflora*) vertreten.

In der Strauchschicht sind *Sambucus nigra* und *Viburnum opulus* häufiger, in der Krautschicht dominiert oft *Athyrium filix-femina*; außerdem treten auf *Lamium galeobdolon*, *Urtica dioica*, *Stachys sylvatica*, *Filipendula ulmaria*, *Geum urbanum* und *G. rivale*, *Circaea lutetiana* u. a. Bei hohem Nitratgehalt kommt Esche vor und *Ulmus campestris* sowie *U. scabra* (*montana*) erreichen große Dimensionen.

Bei noch höherem Grundwasserstand verjüngt sich die Hainbuche schlecht. Es treten auf

Alnus glutinosa und in der Krautschicht *Impatiens noli-tangere*, *Ranunculus repens* und *Chrysosplenium alternifolium*.

4. Dieselben Subassoziationen aber in Podolien.

Sie zeichnen sich von den vorhergehenden durch den größeren floristischen Reichtum aus, da die mitteleuropäischen Elemente (s. S. 138) noch vorkommen. Hier, namentlich im Gebiet um Winniza, erreichen diese Wälder das Optimum ihrer Entwicklung. Die Verteilung der Wälder in diesem Gebiet ist folgende: 1. Die Eichen-Hainbuchenwälder nehmen die Plateaustandorte und die Hänge der Schluchten ein; 2. Eichen-Wälder findet man in den Niederungen und auf der zweiten Lößterrasse des Bugs; 3. die unteren Teile der Schluchthänge und die Talwege bedeckt ein Eichen-Ulmewald; 4. auf der Sandterrasse des Bugs findet man Eichen-Wälder (früher wohl mit Kiefer) und 5. im Überschwemmungsgebiet Erlenwälder und Weidenbüsch.

Je nach der Feuchtigkeit des Standortes erlauben die Eichen-Hainbuchenwälder die Unterscheidung verschiedener Subassoziationen, die den bereits erwähnten entsprechen. Bei starker Beschattung erlangt die Vorherrschaft *Asperula odorata*, in kleinen Depressionen *Sanicula europaea*, bei Abnahme der Streuschicht *Asarum*, an lichten Stellen *Stellaria holostea* und bei starker Beweidung *Viola sylvestris*, die direkt als Waldunkraut angesehen werden kann.

5. Haselwurz-reiche E.-H.-Wälder (*C.-N. asarosa*) in Wolynien mit eingestreuten *C.-N. aegopodiosa*.

Diese Wälder nehmen die Wolynische Platte mit Lößlehm über Tertiär- und Kreidekalken ein. Floristisch zeichnen sie sich dadurch aus, daß einzelne mitteleuropäische Elemente wie *Acer pseudoplatanus*, *Prunus avium*, *Veronica montana*, *Scabiosa columbaria*, selbst *Hedera helix* und *Quercus petraea* u. a. noch vorkommen. Stärker vertreten sind auch die polesischen-mitteleuropäischen Arten wie *Allium ursinum*, *Isopyrum thalictroides*, *Sanicula europaea*, *Anemone nemorosa* u. a. Außerdem wird hier häufiger eine Bodenversauerung angedeutet, die an die Verhältnisse in Polesien erinnert, wobei *Carex brizoides* und *Oxalis acetosella* eine größere Rolle spielen. Im allgemeinen stehen sie den unter b) besprochenen Eichenmischwäldern nahe.

6. Haarseggen- und Sternmieren-reiche E.H.-Wälder (*C.-N. caricosa pilosae et stellariosa*) im Kiewgebiet mit eingestreuten *C.-N. aegopodiosa*.

Südlich der Linie Uman-Smjela in einem schon etwas trockeneren Klima ändert sich bereits die Zusammensetzung der Waldflora merklich. *Aegopodium* kommt nicht mehr auf Plateau-Standorten vor, sondern nur am Grunde der Schluchten. Vorherrschend wird in der Krautschicht *Carex pilosa*, die weiter nördlich nur an trockenen Südhängen zu finden ist. Solche Wälder findet man längs des Flusses Tjasmin. Die Subassoziaton mit *Aegopodium* vertritt hier die nördliche mit *Allium ursinum*. Ein großes Waldgebiet ist ganz im Süden der Waldsteppe bei Snamenka erhalten geblieben, der sogenannte «Schwarze Wald» (Tschjornyj Less), der auf den stark zerschluchteten Ufern des Ingulez liegt. Die Eichen-Hainbuchenwälder mit *Carex pilosa* nehmen hier die steileren Hänge ein, auf flacheren dominiert *Stellaria holostea*, in den Schluchten *Aegopodium podagraria*, während auf den ebenen Flächen die Hainbuche schon fehlt, so daß Eichenmischwälder die führende Rolle erhalten.

Im Kreise Tschigirin kommen auf dem Südhang interessante von KLEOPOV beschriebene Wälder mit submediterranen Relikten vor: In der Strauchschicht sind *Cornus mas* und *Viburnum lantana* sehr häufig, unter den Kräutern *Coronilla elegans*, *Lithospermum purpureo-coeruleum*, *Orobis venetus*, *Scilla sibirica*, *Symphytum tauricum*, *Scutellaria altissima*. Weiter den Dnjepr aufwärts verschwinden diese Arten immer mehr. Ihre Hauptverbreitung besitzen sie in dem Quercetum pubescentis der Moldau-Republik. Es handelt sich wohl um Relikte der wärmeren Periode der Postglazialzeit, die sich in den später vordringenden Eichen-Hainbuchenwäldern noch gehalten haben. KLEOPOV nimmt allerdings an, daß es sich um Relikte des letzten Interglazials handelt. Er weist dabei darauf hin, daß in der Nähe die interessante Reliktart *Evonymus nanus* vorkommt, die jedoch ökologisch andere Ansprüche stellt.

7. Dieselben Subassoziationen, aber mit mitteleuropäischen Elementen in Podolien.

Sie nehmen keine sehr große Fläche im südwestlichen Teil des Winniza-Gebietes ein und zeichnen sich sowohl durch submediterrane als auch mitteleuropäische Arten aus. Durch die unregelmäßige Holznutzung bilden sich hier häufig Waldbestände mit vielen Birken aus. Es ist

interessant festzustellen, daß in Begleitung der Birke häufig südsibirische Elemente wie *Adenophora liliifolia*, *Pulmonaria mollissima*, *Carex rhizina*, *Cimicifuga foetida* u.a. auftreten. Nach KLEOPOV's Ansicht handelt es sich um die heute nur unterdrückt vorkommenden Reste der Flora praeborealer Birkenwälder, die später durch die Eichenwaldflora und schließlich durch die schattenliebende Flora der Eichen-Hainbuchenwälder verdrängt wurde.

8. Dieselben Subassoziationen aber mit östlichen Elementen im Poltawa-Gebiet.

Diese schon direkt an der östlichen Arealgrenze der Hainbuche gelegenen Wälder nehmen floristisch eine gewisse Sonderstellung ein. Einerseits fehlen hier die mitteleuropäischen Elemente im engeren Sinne fast ganz, andererseits gewinnen zunehmend an Bedeutung solche Arten wie die südsibirische Segge *Carex rhizina* oder östliche Arten wie *Arabis pendula* und *Crepis sibirica*. Darin macht sich der kontinentale Klimafaktor bemerkbar. Hier kommt auch die in Osteuropa endemische Art *Viola tanaitica* (aff. *V. sylvestris*) vor.

Schließlich seien auch die Reliktwälder mit Hainbuche am Donez erwähnt, die von KLEOPOV beschrieben wurden. Sie nehmen dort die feuchten Hänge ein.

9. Dieselbe Subassoziaton mit Beteiligung der Traubeneiche (*Quercus petraea*) im Dnjestrgebiet liegt außerhalb des von uns behandelten Raumes.

Die in Podolien so stark verbreiteten Eichen-Hainbuchenwälder ändern südlich von der Linie Nowaja-Uschiza-Wapnjarka bis zum Dnjestr schon wesentlich ihren Charakter. Die Stieleiche, die nur noch in Schluchten vorkommt, wird hier fast ganz durch die Traubeneiche verdrängt. Die Zahl der submediterranen Elemente ist bedeutend, und Arten wie *Sorbus torminalis*, *Staphylea pinnata*, *Cornus mas*, *Loranthus europaeus*, *Cotinus coggygria* und etwas südlicher *Tilia argentea* (= *tomentosa*) nehmen am Aufbau der Baum- und Strauchschicht teil. Das warme Klima in den tief eingeschnittenen Flußtalern begünstigt hier die Wanderung dieser Elemente nach Norden. Bezeichnend ist es, daß in den Parkanlagen um Kamenez-Podolsk die Früchte der Edelkastanie jährlich ausreifen, häufig auch diejenigen von *Sophora japonica*. Die Glycine (*Wisteria sinensis*) überwintert ohne Deckung, ebenso *Koelreuteria paniculata*. Selbst *Hibiscus*

syriacus, *Ficus carica* und *Citrus trifoliata* weisen nur geringe Frostschäden auf.

In der Krautschicht treten auf: *Carex brevicollis*, *Polygonatum latifolium*, *Coronilla elegans*, *Scutellaria altissima*, ebenso wie *Asparagus tenuifolius*, *Euphorbia amygdaloides*, *Lithospermum purpureo-coeruleum*, *Gallium verum*, *Melica picta* u. a.

Die Wälder auf der Fläche sind in Ackerland umgewandelt. Die Hauptgetreidearten sind hier schon Weizen und Mais.

b) Die Eichenmischwälder (*Nemoreta*) der Waldzone

Die Eichen-Mischwälder der Waldzone zeichnen sich durch das häufigere Auftreten von nordischen Elementen aus, die der Waldsteppe fast ganz fehlen.

Giersch-reiche Eichenmischwälder (*Nemoretum aegopodiosum* mit eingestreuten *N. orobosum* et *filicosum*).

Diese Wälder findet man heute auf den Lößinseln östlich des Dnjeprs, also im NE des Tschernigow-Gebiets auf dem rechten Ufer der Desna, sowie im NE des Gebietes Sumy. Sie bilden die südliche Grenze der Laubwaldzone, die sich nach Osten über die Grenze der Ukraine erstreckt und zu der auch die Laubwälder bei Tula, die sogenannten «Tula-Sasseki» gehören.

In prähistorischer Zeit waren diese Lößinseln von Steppenvegetation bedeckt. Als Beweis dafür können die Gänge der wühlenden Nagetiere dienen, die man auch heute noch am Bodenprofil erkennt und die mit Steppenschwarzerde ausgefüllt sind (Krotowinen). Im Gegensatz zur Waldsteppe haben die Wälder in diesem Gebiet die Steppe jedoch völlig verdrängt. Allerdings ist heute die Waldfläche durch den Menschen nachträglich wieder stark eingeengt worden.

Die Eichenmischwälder dieser Zone unterscheiden sich von denjenigen der Waldsteppe dadurch, daß neben der vorherrschenden Eiche die anderen Baumarten ebenfalls von großer Bedeutung sind. Vor allen Dingen ist hier die Birke viel häufiger als in der Waldsteppe.

Auf die floristische Zusammensetzung im einzelnen wollen wir nicht näher eingehen, da sie im wesentlichen den anderen Laubwaldtypen entspricht und genauere Untersuchungen aus diesem Gebiet nicht vorliegen. Es überwiegen auf den ebenen Flächen die feuchten Subassoziationen mit *Aegopodium podagraria*, auf den leicht

erhöhten die frischen mit viel *Orobus vernus* und in den Senken die nassen farnreichen. Die Wälder werden durch Rodung, Holzfallen, Beweidung und Mahd ganz vernichtet oder stark verändert.

Je nach den Waldtypen leiden die Wälder bald mehr unter dem einen, bald unter einem anderen Eingriff. VOROBYEV macht darüber folgende Angaben:

1. Beweidet werden alle Wälder und die Veränderung der Wälder durch Beweidung ist bei allen Wäldern gleich stark, indem die Unkräuter überhand nehmen.
2. Waldbrände treten am häufigsten in reinen Kiefernwäldern auf und am seltensten in Laubwäldern. Sekundäre Brandflächengesellschaften sind daher bei ersteren am verbreitetsten.
3. Die Durchforstung der unteren Baumschicht wirkt sich am stärksten bei Eichen-Kiefernwäldern aus, weil hier durch die Entfernung des Unterwuchses ein reiner Kiefernwald entsteht.
4. Die Holznutzung verändert besonders stark die Kiefern-Laubwälder, denn diese werden durch Nutzung der Kiefern in reine Laubwälder übergeführt.
5. Der Rodung schließlich unterliegen hauptsächlich die Laubwälder auf den besten Böden, während die reinen Kiefernwälder auf Sand sich nicht für Ackerland eignen.

c) Die Eichenmischwälder (*Nemoreta*) der Waldsteppe

Diese Wälder sind östlich von der Hainbuchen-Arealgrenze im Waldsteppengebiet von Poltawa und Charkow zu finden. Sie bedecken hier vorwiegend die steilen rechten Ufer der linken Nebenflüsse des Dnjepr und Donez.

Das Fehlen der unteren Baumschicht aus Hainbuche hat zur Folge, daß diese Wälder im Vergleich zu den westlicheren Eichen-Hainbuchenwäldern nicht mehr so schattig sind. Die dichte Streu der Hainbuche fördert auch in viel stärkerem Maße die Podsolierung des Bodens. Die hainbuchenlosen Laubwälder besitzen deshalb einen weniger podsolierten Boden und stocken meist auf grauen oder sogar dunkelgrauen Waldböden (Abb. 121).

In der oberen Baumschicht kommen neben der Eiche noch Linde, Spitzahorn, Feldahorn, Esche, Bergulme, Wildbirne und Wildapfel vor.

Man hat deshalb diese Wälder bisher als *Tilieto-Querceta* in Analogie zu den westlichen *Carpineto-Querceta* benannt, doch spielt die Linde hier durchaus nicht die Rolle, wie die Hainbuche weiter westlich. Die stark beschattende Rolle der Hainbuche übernimmt hier eher die oft eine geschlossene Strauchschicht bildende Hasel. KLEPOV hat es deshalb vorgezogen, diese Eichenmischwälder als *Querceto-Nemoretum* zu bezeichnen. Uns scheint *Nemoretum* allein zu genügen, wenn wir die Eichen-Hainbuchenwälder als *Carpineto-Nemoretum* bezeichnen.

Neben *Corylus* kommen in der Strauchschicht noch vor *Acer tataricum*, *Evonymus verrucosus*, *E. europaeus*, *Cornus sanguinea*, *Crataegus monogyna* u.a. Die Krautschicht unterscheidet sich wenig von der Krautschicht der Eichen-Hainbuchenwälder. An den Nordhängen stellt sich die Subassoziation *N. aegopodiosum*, auf ebenen Flächen *N. caricosum pilosae* ein. Die in Mitteleuropa als Fagion-Arten geltenden *Asperula odorata*, *Orob. vernus*, *Mercurialis perennis* findet man auch noch in diesen Wäldern, *Pulmonaria obscura* und *Asarum europaeum* sind ebenfalls häufig. Viele mitteleuropäische Elemente fallen aber schon aus. Dafür kommen östliche hinzu. Immerhin ist das Florenspektrum dieser Wälder noch fast das gleiche wie dasjenige der Eichen-Hainbuchenwälder. Von den 160 in diesen Wäldern vorkommenden Arten gehören 50% dem europäischen Element an, nur 6,87 dem nordischen und dieselbe Zahl dem südsibirischen, 6,25% dem submediterranen.

1. Giersch-reiche Eichenmischwälder (*Nemoretum aegopodiosum*) im Charkow-Gebiet mit eingestreutem *Nemoretum filicosum*.

Auf ebenen Flächen kommt diese feuchtere Subassoziation nur im nördlichsten Teil der ukrainischen Waldsteppe vor, wobei sie sich nach NE weit über die Grenzen der Ukraine erstreckt. Südlich von den genannten Vorkommen findet man diese Subassoziation in Niederungen und Schluchten.

An nassen Stellen findet man eine andere Subassoziation eingestreut mit *Athyrium filix-femina*, *Dryopteris filix-mas*, *Impatiens noli-tangere*, *Stachys sylvatica*, *Filipendula ulmaria*, *Geum urbanum*, *G. rivale*, *Urtica dioica* usw.

Der Mensch hat diese Wälder durch Holznutzung oft zu Reinbeständen von Eichen, Linden oder sogar Haselgebüsch degradiert. Häufig findet man Espen und Birkenbestände.



Abb. 121. Eichenmischwald in der Waldsteppenzone (Foto B. KELLER, aus WALTER 1943).

Der größte Teil der Waldfläche ist heute Ackerland.

2. Haarseggenreiche Eichenmischwälder (*N. caricosum pilosae*) im Charkowgebiet mit eingestreutem *N. aegopodiosum*.

Diese Subassoziation nimmt die ebenen Flächen in der Waldsteppe der Ostukraine mit Ausnahme des nördlichsten Teiles ein und verdrängt die oben besprochene auf die Nordhänge und Schluchtenstandorte.

In diesen trockenen Wäldern erreicht die Eiche nur die III. Bonität (in der Jugend meist II.). Mit ihr zusammen steht die Esche, während die anderen Baumarten schon mehr der unteren Baumschicht angehören.

In der Strauchschicht dominiert auch hier sehr oft die Hasel. Ähnliche Wälder kommen auch südlicher auf den Donez-Höhen vor. Interessant ist, daß hier an die Stelle der Haarsegge die Hainmiere (*Stellaria holostea*) tritt. In diesen Wäldern kommen auch als Relikte eine große Zahl von mitteleuropäischen (*Equisetum maximum*, *Carpinus betulus*, *Corydalis cava*) und submediterranen (*Arum orientale*, *Scilla sibirica*, *Cerastium nemorale*, *Erysimum aureum*, *Physospermum cornubiense*, *Gasparrinia peucedanoides*, *Laserpitium hispidum*, *Cynanchum scandens*, *Symphytum tauricum*) Geoelementen vor, die sich durch Arealdisjunktion auszeichnen. Unter letzteren fehlen die balkanischen submediterranen Elemente bis auf *Campanula multiflora* ganz. Es sind alles circum-euxinische submediterrane Arten, deren nächste Fundorte im Kaukasus zu suchen sind. Zeitweise war ja während der Glazialzeit das Asowsche Meer trocken und es bestand eine direkte Verbindung zwischen Don, Molotschna und

Kuban. Diese Flußtäler konnten die Einwanderung aus dem Kaukasus erleichtern.

d) Die Eichenwälder (*Querceta*)

Von den beiden Eichenarten *Quercus robur* und *Qu. petraea* spielt die letztere in der Ukraine keine Rolle. Als mitteleuropäische Art geht sie nur wenig über das Areal der Buche nach Osten hinaus und kommt deshalb nur im Dnjestrgebiet und auf der Wasserscheide zwischen Dnjestr und Bug vor. Hier bildet sie auch Wälder mit viel *Carex brevicollis*. Diese Wälder (*Quercetum petraeae caricosum*), die in Bessarabien eine weitere Verbreitung besitzen, nehmen eine Zwischenstellung zwischen Eichenmischwäldern und eigentlichen Eichenwäldern ein. Die Böden sind oft noch graue Waldböden. Die Zahl der submediterranen Arten ist sehr groß, dagegen die Zahl der Steppenelemente unbedeutend. Dadurch unterscheiden sie sich sehr deutlich von den eigentlichen Eichenwäldern an der Steppengrenze. Oft kommen noch die Hainbuche und andere mitteleuropäische Arten in ihnen vor.

Mit Ausnahme des westlichen Teiles der Ukraine werden die Eichenwälder durch die Stieleiche (*Quercus robur*) gebildet. Sie gehören nicht mehr zu den schattigen Laubwäldern und zeichnen sich deshalb durch eine stark verschiedene floristische Zusammensetzung aus. Die Böden sind wenig podsoliert, meist degradierte Schwarzerde oder höchstens dunkelgraue Waldböden. Oft findet man diese Wälder auch in der Nähe von Salzböden auf Solodböden.

Die Bedingungen für die Waldentwicklung sind in diesen Wäldern schon bedeutend schlechter. Die Eiche besitzt geringere Bonität und die anderen Baumarten verschwinden oft ganz. Es kommen noch vor Esche und Feldulme, bei stärkerer Podsolierung auch Feldahorn. Unter der sehr lichten Baumschicht kann sich die Strauchschicht aus *Acer tataricum*, *Evonymus verrucosus*, *E. europaeus*, *Cornus sanguinea*, und bei stärkerer Podsolierung auch *Corylus avellana* üppig entwickeln. Meist dominiert eine der genannten Straucharten. Die Krautschicht ist an lichter Stellen dicht. Neben Waldgräsern kommen auch Wiesengräser vor.

Häufig sind: *Carex montana*, *Melica picta*, *Stellaria holostea*, *Brachypodium pinnatum*, *Melampyrum nemorosum*, *Viola odorata*, *Betonica officinalis*, *Serratula tinctoria*, *Inula salicina*, u. a.

Das Arealspektrum ist ein anderes als bei den schattigen Laubwäldern. Zwar sind die europäischen Elemente als Ganzes noch in der Überzahl, sie herrschen jedoch nicht mehr so stark vor und neben ihnen kommt im Westen hauptsächlich den submediterranen, im Osten den südsibirischen Elementen eine bedeutende Rolle zu. Daneben stellen sich auch Steppenelemente ein.

KLEOPOV unterscheidet unter diesen Eichenwäldern zwei Assoziationen: den Gebüsch-Eichenwald (*Fruticeto-Quercetum*) und den Dornbusch-Eichenwald mit Dornsträuchern (*Spinoso-Quercetum*).

1. Bergseggenreiche Gebüsch-Eichenwälder (*Fruticeto-Quercetum caricosum montanae*) der mittleren Ukraine.

Diese Gesellschaft kann als typisch für die mittlere Ukraine angesehen werden, während die beiden nächsten eine westliche und östliche Variante darstellen. Man findet sie am typischsten im Gebiet Belaja Zerkow-Snamenka ausgebildet und zwar im südlichen Teil der zerschluchteten Waldsteppe. Sie umrandeten früher die Eichen-Hainbuchenwälder im schluchtenreichen Gelände und bildeten den Übergang zwischen diesem an den Hängen stockenden Wald und den Wiesensteppen auf dem ebenen Gelände. Sie bilden somit die Vorposten des auf die Steppe vorrückenden Waldes.

KLEOPOV nimmt an, daß die Laubwälder nach der letzten Eiszeit, die sie z. T. an geschützten Standorten in den großen Flußtälern überdauerten, sich zunächst den Schluchten entlang ausbreiteten, während die Plateaustandorte noch ganz von der Steppenvegetation eingenommen waren. Erst vor kurzem begannen die Wälder auch auf die ebenen Flächen überzugreifen, wobei die anspruchslosesten Eichenwälder als erste die Schluchten verlassen könnten, wenn sie nicht durch den Menschen daran gehindert würden.

Über die Ausbildung der Baum- und Strauchschicht hatten wir bereits das Wichtigste gesagt. Die Krautschicht bedeckt auf den frischen Standorten normalerweise 30–50% der Fläche.

Sie besteht aus folgenden steten Arten: *Carex montana*, *Orbus vernus*, *Primula officinalis*, *Geum urbanum*, *Fragaria vesca*, *Clinopodium vulgare*, *Chrysanthemum corymbosum*, *Pulmonaria mollissima*, *Galium verum**, *Veronica chamaedrys*, *Betonica officinalis*, *Potentilla alba*, *Dactylis glomerata*, *Agrimonia eupatoria*. Häufig sind auch *Convallaria majalis*, *Digitalis ambigua*, *Carex pairaei*, *Brachypodium sylvaticum*, *Astragalus glycyphyllos*, *Peucedanum oreoselinum**. Die Arten

mit *, ebenso wie *Campanula cervicaria*, *Clematis recta*, *Geranium sanguineum* und *Peucedanum cervaria* zeigen leichteren Boden an und finden sich auch in Eichen-Kiefernwäldern. Die Moosschicht fehlt bis auf einzelne *Thuidium abietinum* und *Tortula ruralis* an lichten und *Mnium cuspidatum* an schattigen Stellen.

Mit dem Alter des Bestandes nimmt die Bonität ab. 75–85-jährige Eichen sind IV.–V. Bonität: Die Stämme werden krumm und sind dicht mit Flechten bedeckt.

An trockenen Standorten herrschen *Melica picta*, und *Stellaria holostea* vor, daneben *Carex pilosa*, *C. michelii*, *Poa nemoralis*, *Dactylis glomerata*, *Viola hirta*, *Vinca herbacea*, *Achillea millefolium* und eine Reihe von Wiesensteppenelementen.

Heute sind nur kleine Reste dieser Wälder verblieben, sonst sind sie Ackerland.

2. Dieselben Gesellschaften, aber mit mitteleuropäischen Elementen in Podolien.

Sie nehmen in Podolien die ebenen Flächen ein, während man die Eichen-Hainbuchenwälder mehr auf den Höhen findet.

3. Dieselben Gesellschaften aber mit mehr östlichen Elementen im Poltawa-Gebiet.

Diese Wälder liegen alle auf dem linken Dnjeprufer. Von den charakteristischen östlichen Arten seien im Frühlingsaspekt die *Tulipa quercetorum*, *Scilla sibirica*, *Dentaria quinquefolia* genannt, dazu *Carex rhizina*, *Arabis pendula*, *Crepis sibirica*. Auch östliche Steppenelemente dringen am Waldrand ein.

In der Baumschicht kommen Wildbirne und Wildapfel vor. Häufig werden sie bei der Holznutzung stehen gelassen, sie vermehren sich dann stark und man erhält auf diese Weise Wälder, die fast nur aus Wildobst bestehen. Während der Blütezeit sehen sie wie ein riesiger, verwahrloster Obstgarten aus. Im Charkow-Gebiet sind solche Bilder nicht selten.

In der Krautschicht ist hier *Carex montana* selten. Viel häufiger findet man die Fazies mit *Stellaria holostea*.

4. Dornbusch-Mischwälder (*Spinoso-Quercetum lithospermum*).

Diese Gesellschaft erinnert sehr an das Schlehenstadium, das man in Mitteleuropa bei der Wiederbewaldung von Trockenrasen auf Kalkhängen häufig antrifft. In der Ukraine kommt die Gesellschaft in natürlicher Ausbildung in der südlichsten Waldsteppe auf degradiertem Schwarzerde vor. Die Baumschicht setzt sich

zusammen aus entfernt stehenden niedrig-wüchsigen, krummen Eichen, die ganz mit Flechten bedeckt sind. In den Zwischenräumen zwischen den Eichen breitet sich ein dichtes dorniges Gebüsch aus Schlehe (*Prunus spinosa*) und Weißdorn (*Crataegus monogyna*), *Rosa*-Arten und Kreuzdorn (*Rhamnus cathartica*) aus. Es gesellen sich hinzu: *Evonymus verrucosus*, *E. europaeus*, *Acer tataricum*, *Prunus fruticosa* u.a. In der Krautschicht herrschen Steppenarten vor: *Trifolium alpestre*, *Filipendula hexapetala*, *Adonis vernalis*, *Phlomis tuberosa* und an offenen Stellen auch *Stipa*-Arten.

Diese Wälder bilden den Südrand der Waldsteppe von der Moldau-Rep. und dem Dnjestr bis nach Kremenchug am Dnjepr und stellen die südlichsten Wälder auf Plateaustandorten dar. In Südbessarabien umsäumen sie die Waldsteppe auf den Erhebungen. Sie dienen hier mehr zur Mahd als zur Holznutzung. Außer der Stieleiche kommt auch die Traubeneiche (*Quercus petraea*) und die Flaumeiche (*Quercus pubescens*) in der Baumschicht vor. In der Strauchschicht findet man auch noch den Perückenstrauch (*Cotinus coggygria*). Dieser Dornbusch-Eichenwald geht leicht bei zunehmender Trockenheit in Steppenvegetation oder an Kalkhängen in Steppenschluchtwälder (Bajraki) über. An feuchten Standorten verschwinden zunächst die Dornbüsche und wir erhalten einen Eichenwald mit Tatarischem Ahorn im Unterwuchs, der bei zunehmender Dichte zu den Gebüsch-Eichenwäldern überleitet.

Östlich vom Ingul fallen eine Reihe mehr westlicher Elemente aus: *Sorbus torminalis*, *Prunus avium*, *Cotinus coggygria*, *Staphylea pinnata*, *Rosa gallica*, *Vitis sylvestris* und unter den Kräutern *Carex montana*, *C. brevicollis*, *Ornithogalum umbellatum*, *Muscari neglectum*, *Asparagus tenuifolius*, *Iris graminea*, *Mercurialis ovata*, *Euphorbia amygdaloides*, *Pulmonaria mollissima*, *Dictamnus albus*, *Galium verum*, *Arabis turrita* u.a.

Im Gebiet von Charkow sind im Gebüsch am Steppenrande vor allen Dingen Bestände von *Caragana frutescens*, zusammen mit *Spiraea*-Arten, der Steppenmandel (*Amygdalus nana*) und der schönen Pfingstrose (*Paeonia tenuifolia*) zu nennen. Sie bilden die Pioniere, unter deren Schutz größere Sträucher und Bäume aufkommen.

Anschließend an diese mehr zonalen Waldtypen wollen wir einige spezielle Eichen-Waldgesellschaften besprechen, die mehr edaphisch bedingt sind:

Die weichenreichen Ulmen-Eichenwälder (*Ulmeto-Quercetum violosum*) nehmen eine schmale Polesien vorgelagerte Zone ein und ziehen sich vom Gebiet bei Berditschew zum Dnjepr hin. Der Untergrund ist Löß, der aber Anzeichen einer Gleibildung aufweist und der Aufbrausungshorizont liegt sehr hoch. Die Schwarzerde zeigt Merkmale, die für eine Karbonatverbrückung sprechen. Nach КЛЕОПОВ wurden diese leichten Niederungen durch die Schmelzwässer der letzten Vereisung überschwemmt, so daß die dadurch bedingte leichte Kalk-Karbonatverbrückung und der hohe Grundwasserstand eine Bewaldung erschwerten. Nur auf dem sandigen Löß an der Polesiengrenze konnte der Wald Fuß fassen. Bei stärkerer Zerschichtung des Geländes sind die Ulmen-Eichenwälder auf die tiefsten Teile der Waldgebiete beschränkt.

Charakteristisch für sie ist das häufige Vorherrschen in der Baumschicht von *Ulmus campestris* (auch *U. laevis*), in der Strauchschicht des Holunders (*Sambucus nigra*) und in der Krautschicht von *Viola odorata*, *Chaerophyllum aromaticum* und stellenweise *Rubus caesius*. An feuchteren Stellen überwiegt *Padus racemosa* und *Urtica dioica*.

5. Saure Eichenwälder und Eichen-Hainbuchenwälder mit Adlerfarn (*Quercetum pteridiosum* und *Carpineto-Quercetum pteridiosum*).

Diese Eichenwälder nehmen unter den besprochenen eine vollkommene Sonderstellung ein. Man findet sie auf Sanden mit podsolierten Böden der Flußterrassen längs des Bug und seiner Nebenflüsse, ebenso wie auf den Sandablagerungen im Gebiet von Berditschew und westlicher. Die Böden sind sauer und die Begleitflora besteht aus vielen nordischen Elementen, die wir von den Kiefern-Wäldern Polesiens her kennen.

Die genannten Wälder entsprechen also in ihrer floristischen Zusammensetzung den Eichen-Kiefernwäldern oder wenn Hainbuche auf etwas besseren Böden vorhanden ist, den Kiefern-Laubwäldern, nur daß eben die Kiefer in der oberen Baumschicht fehlt. Früher war sie hier vorhanden; die Frage ist nur, ob sie erst in letzter Zeit durch den Menschen herausgehauen wurde (nach ПОГРЕБНЯК) oder ob ihr Verschwinden weiter zurückliegt und ein natürlicher Vorgang ist (КЛЕОПОВ). Wir dürfen nicht vergessen, daß wir uns hier schon hart an der südlichen Verbreitungsgrenze der Kiefer befin-

den; ihre Konkurrenzkraft ist der Eiche gegenüber schon stark geschwächt, so daß sie durch diese möglicherweise ganz verdrängt worden ist. Auch bei den entsprechenden Wäldern Polesiens hatten wir ja bereits darauf hingewiesen, daß es nicht ohne weiteres ersichtlich ist, wie die natürliche Verjüngung der Kiefern, namentlich in den Kiefern-Laubwäldern, vor sich geht, und daß diese sich vielleicht doch nur unter Mitwirkung des Menschen halten können. Greift der Mensch zuungunsten der Kiefer ein, dann muß diese umso rascher vollkommen verschwinden.

Welche Ansicht zu Recht besteht, läßt sich zur Zeit nicht entscheiden. Nur genauere historische Studien werden hier Klarheit schaffen. Angepflanzt gedeiht jedenfalls in diesen Gebieten die Kiefer noch sehr gut. Sie ist dann aber vor der Konkurrenz der Laubholzarten geschützt.

6. Steppenschluchtwälder (Bajrakwälder).

Das eigentliche Steppengebiet beginnt und die Waldsteppe endet in der Ukraine dort, wo Waldgesellschaften auf Plateaustandorten nicht mehr vorkommen können. Eine absolute Grenze für Wälder bedeutet das nicht, denn diese können noch weit in die Steppe, aber mehr als Fragmente, hereinreichen; sie beschränken sich dann auf die tiefen Schluchten und auf die feuchten Hänge der Flußtäler. Diese topographisch sehr bemerkenswerten Wäldchen werden mit dem Volksnamen «Bajraki» bezeichnet. Sie bilden keine besondere Einheit, vielmehr handelt es sich um eine extrazonale Vegetation, d.h. um einen Komplex von Waldgesellschaften, deren eigentlicher Schwerpunkt weiter nördlich liegt. Es ist deshalb nicht zweckmäßig, sie mit besonderen pflanzensoziologischen Namen zu belegen, wie es КЛЕОПОВ tut, indem er die Bezeichnung «vallensia» hinzufügt, da man sie floristisch nicht von den anderen unterscheiden kann. In Bessarabien und zum Teil auch rechts des Dnjeprs sind in den Schluchtwäldern submediterrane Elemente stark vertreten und von den Eichen speziell die Flaumeiche (*Quercus pubescens*). In den anderen ist die Stieleiche (*Qu. robur*) die vorherrschende Holzart. Nach den in den Schluchtwäldern vorkommenden Pflanzengesellschaften kann man drei Typen unterscheiden:

α) Steppenschluchtwälder westlich des Dnjeprs, bei denen in den unteren Schluchtteilen noch richtige Eichen-Hainbuchenwälder (sternmieren-, haarseggen- und gierschreie) vorkom-

men, während an den trockenen Hängen Eichenwälder (*Quercetum lithospermum*) stocken.

β) Steppenschluchtwälder östlich des Dnjepr und im Donezgebiet, in denen die Hainbuche fehlt (*Fruticeto-Quercetum melicosum* und *Nemoretum aegopodiosum*).

γ) Steppenschluchtwälder an der südlichsten Grenze ihres Vorkommens, die schon so trocken sind, daß Laubmischwälder ganz fehlen und nur der Gebüsch-Eichenwald (*Fruticeto-Quercetum*) vertreten ist.

Ein Beispiel der ersten Wälder bringt PAZOSKI aus dem nördlichen Teil der Steppenzone.

Das Wäldchen wächst in einer Schlucht und greift nur wenig über deren Rand hinüber. Es besteht aus jungen Eichen, zu denen sich Spitzahorn, Esche, Linde, aber auch Hainbuche gesellen.

In der Strauchschicht findet man *Acer campestre*, *Viburnum lantana*, *Acer tataricum*, *Rhamnus cathartica*, *Evonymus verrucosus*, selten *Corylus avellana* und *Ligustrum vulgare*. Am Waldrand wächst *Prunus spinosa* mit *P. fruticosa* und *Amygdalus nana*. Die Krautschicht ist dieselbe wie in Laubwäldern: *Scilla sibirica*, *Corydalis solida*, *C. cava*, *Pulmonaria obscura*, *Stellaria holostea*, *Tulipa silvestris*, *Melica picta*, *Carex verna*, *Adoxa moschatellina*, *Viola mirabilis*, *Orobancha vernus*, *O. niger*, *Glechoma hirsuta*, *Anemone ranunculoides*, *Asarum europaeum* u. a. Am Waldrand findet man: *Adonis vernalis*, *Muscari racemosum*, *Hesperis tristis*, zuweilen *Genista tinctoria*, *Cytisus ruthenicus*, *Vinca herbacea*, *Ranunculus illyricus* u. a. Von selteneren Arten kommen vor: *Aconitum anthora*, *Aster amellus*, *Galatella punctata*, *Trifolium expansum*, *Verbascum nigrum*, *Solidago virgaurea*, *Chaerophyllum prescottii*, *Veratrum nigrum*.

Als Beispiel der östlichen Steppenschluchtwälder bringen wir eine Beschreibung von BELGARD aus dem Gebiet westlich von Starobjelsk. Die Plateaustandorte sind hier durch krautreiche Stipa-Steppen eingenommen. Als Übergang zum Schluchtwald findet man ein Gebüsch von *Prunus fruticosa* und *Caragana frutescens*, an anderen Stellen von *Prunus spinosa*. Es umsäumt die Waldränder am oberen Hangrand.

Hier blühen: *Filipendula hexapetala*, *Stipa lessingiana*, *Verbascum nigrum*, *Achillea millefolium*, *Melica altissima*, *Phleum phleoides*, *Stachys recta*, *Galium rubroides*, *Melampyrum cristatum*, *Delphinium elatum*, *Asperula glauca*, *Coronilla varia*. Den oberen Teil der Nordhänge nehmen niedrige Eichenbestände mit *Ulmus suberosa*, *Crataegus monogyna*, *Acer tataricum*, *Evonymus verrucosus* ein; in der Krautschicht findet man: *Convallaria majalis*, *Silene chlorantha*, *Dictamnus albus*,

Lampsana communis, *Dactylis glomerata*, *Galium rubroides*, *Hesperis matronalis*.

In der Mitte der Nordhänge mischen sich zu der Eiche: *Fraxinus excelsior*, *Acer campestre*, *Evonymus europaeus*; in der Krautschicht sind häufig: *Viola odorata*, dazu *Aristolochia clematidis*, *Dictamnus albus*, *Milium effusum*, *Galium aparine*, *Geum urbanum*, *Polygonatum multiflorum*.

Noch tiefer wird der Laubwald immer typischer und erreicht II. Bonität. Es kommen hinzu: *Acer platanoides*, *Ulmus laevis*, *U. campestris*, *Pyrus communis*, *Corylus avellana*. In der Krautschicht dominieren *Aegopodium podagraria*, *Stellaria holostea*, *Campanula trachelium*, *Geum urbanum*. Am Grunde der Schlucht wächst viel *Populus tremula*, *Lysimachia nummularia*, *Urtica dioica*, *Ballota nigra*, *Humulus lupulus*, *Mentha arvensis*.

Am Südhang bedeckt der Wald noch das untere Drittel, um dann den Steppengesellschaften zu weichen.

Die Schluchten aufwärts reichen die Eichen-Eschenbestände am weitesten hinauf. Die Krautschicht besteht aus einer etwas verarmten Laubwaldflora mit viel *Stellaria holostea*.

Die Steppenschluchtwälder befinden sich meist in einem degradierten Zustande: Die Eichen sind Stockausschläge oder verschwinden bei ungeregelter Holznutzung ganz. Dadurch wird der Bestand aufgelichtet und es breitet sich *Sambucus nigra* aus. Durch Beweidung wird der Holzwuchs zurückgedrängt und Unkräuter dringen ein.

Was schließlich die südlichsten Steppenschluchtwälder anbelangt, so tragen sie den Charakter des *Spinoso-Quercetums*. Sie sind am besten im Westen, in der Moldau-Rep. ausgebildet und zwar am Nordhang der Schluchten, während auf den Südhängen das Flaumeichen-Gebüsch mit submediterranen Elementen (*Cornus mas*, *Cotinus coggygria*, *Tilia tomentosa*, *Prunus mahaleb*, *Staphylea pinnata* usw.) vorkommt. Häufig ist hier der Grund der Schluchten verbracket und dann nicht bewaldet.

Damit wäre die Übersicht der ukrainischen Waldgesellschaften abgeschlossen, soweit sie größere Flächen einnehmen oder unter durch den Menschen nicht veränderten Bedingungen einnehmen würden.

Die vielen Parallelen zu den Verhältnissen in Mitteleuropa sind unverkennbar, aber ebenso deutlich sind auch die Unterschiede, die den Übergang zu den Steppen andeuten.

6. Haine und Gebüsche der abflußlosen Depressionen

a) Espen-Eichenhaine

Diese Baumbestände scheidet КЛЕОПОВ als *Tremuleto-Quercetum* hauptsächlich in der Übergangszone zwischen Polesien und der Waldsteppe bei Neshin aus. Es handelt sich dort um leicht verbrackte Böden eines Gebietes mit fehlendem Abfluß. In den feuchteren Niederungen tritt Entsalzung, also Solodierung ein und auf solchen Böden gedeiht die Espe (*Populus tremula*) besonders gut. Sie herrscht deshalb in diesen Hainen vor. An zweiter Stelle steht hier noch die Eiche (*Quercus robur*), aber bereits auch die Birke (*Betula pendula* = *verrucosa*), während *Alnus glutinosa*, *Ulmus campestris* und *Acer campestre* nur eine unwesentliche Rolle spielen. Die Begleitflora entspricht im allgemeinen derjenigen der Eichenwälder und wechselt sehr stark, je nach dem Grad der Beschattung. Bezeichnend für die Entstehung dieser Haine ist die Zusammensetzung des Gebüsches am Rand.

Hier findet man hauptsächlich die Weide *Salix cinerea* und ihre Bastarde mit *S. aurita* und *S. caprea* und als Begleiter außer den üblichen Sträuchern auch *Viburnum opulus* und *Rubus caesius*. Die Krautflora trägt den Charakter von Bruchwäldern: *Humulus lupulus*, *Polygonum dumetorum*, *Cucubalus baccifer*, *Geranium palustre*, *Lathyrus sylvestris*, *Epilobium palustre*, *Calystegia sepium*, *Cuscuta europaea*, *Veronica spuria*, *Asperugo procumbens*, *Asperula rivalis*, *Galium aparine*, *Rumex obtusifolius*, *Thalictrum angustifolium*, *Filipendula ulmaria*, *Valeriana officinalis*, *Campanula rapunculoides*, *Eupatorium cannabinum*.

Bei weiterer Entwicklung gehen diese Espen-Eichenbestände in echte Eichenwälder über.

b) Die Schlehenpfannen

Die Schlehe (*Prunus spinosa*) ist ein Strauch, der sehr weit nach Süden in die Steppe vordringt. Er variiert dabei in bezug auf die Wuchshöhe (0,5–4 m), die Blattgröße, die Behaarung der Zweige, die Ausbildung der Dornen, die Fruchtform, die Phänologie usw. sehr stark, so daß PACZOSKI 5 Rassen (wohl Ökotypen) allein im Bereich des früheren Chersonschen Gouvernements unterschied.

Ganz im Süden im Bereich der südlichen Federgrassteppen wächst die Schlehe an Schutthängen oder an Flußufern, stellt also hier die

letzten Ausläufer der Bajrak-Wäldchen dar (vgl. Abb. 110). Etwas nördlicher jedoch, meist schon innerhalb der krautreichen Federgrassteppe, insbesondere westlich des Dnjepr aber auch noch zwischen Donezgebiet und Dnjepr, findet man die Schlehe auch auf Plateaustandorten. Sie ist hier jedoch an podartige Depressionen gebunden. Weiter im Norden in der Waldsteppenzone ist das Schlehengebüsch für die Waldränder bezeichnend.

Die Ansiedlung der Schlehe in Pods¹ wird dann ermöglicht, wenn die Niederschläge so weit zunehmen, daß eine gewisse Befeuchtung der Pods jedes Jahr gewährleistet ist, so daß sich auch Holzpflanzen halten können, die weiter südlich in trockenen Jahren unweigerlich absterben müssen.

Solche Pods werden durch das Schlehengebüsch meist vollkommen ausgefüllt. Neben *Prunus spinosa* wächst hier auch noch *Rosa gallica* (mehr im Westen), *Spiraea crenifolia* (mehr im Norden), *Prunus fruticosa*, *Rubus caesius* und die in der Steppe allgemein verbreitete *Amygdalus nana* und *Caragana frutex*.

In der Krautschicht treten nach PACZOSKI auf: *Poa pratensis*, *P. bulbosa*, *Agropyrum repens*, *Carex schreberi*, *C. nutans*, *Ranunculus polyanthemus*, *Vicia herbacea*, *Vicia tenuifolia*, *V. hirsuta*, *Stellaria graminea*, *Taraxacum officinale*, *Ajuga genevensis*, *Salvia nemorosa*, *Plantago media*, *Androsace elongata*, *Orobis albus*, *Veronica prostrata*, *V. austriaca*, *Agrimonia eupatoria*, *Senecio vernalis* u. a.

Je extremer die Bedingungen werden, namentlich ostwärts des Dnjeprs, desto mehr tritt *Prunus spinosa* zurück und das Gebüsch wird vorwiegend durch *Caragana frutex*, *Amygdalus nana* oder *Prunus (Cerasus) fruticosa* gebildet.

Erst im Südwesten des Donez-Höhenrückens wird die Flora dieser Schlehenpods um so reichhaltiger, je größer die Niederschlagsmenge mit zunehmender Höhenlage ist (КЛЕОПОВ).

Unter dem Schlehengebüsch tritt auch eine bestimmte Veränderung des Bodenprofils ein. Vor allen Dingen liegt hier der Aufbraushorizont bedeutend tiefer. Das Schlehengebüsch führt im Winter zu einer bedeutenden Schneeanreicherung, wodurch die Auslaugung des Bodens gefördert wird, und die Wasserverhältnisse günstiger werden. Unter diesen Umständen kön-

¹ Unter «Pods» versteht man abflußlose wannenförmige seichte Mulden in der Steppenzone (vgl. Teil V, 7/g).

nen sich zwischen den Schlehen einzelne Wildapfelbäume und Wildbirnen, auch Feldulme in der Form *Ulmus suberosa* und selbst Eiche einfinden. Auf diese Weise sind wohl auch solche Schlehengebüsche die Pionierstadien bei der Bewaldung der Waldsteppe gewesen, die in der Postglazialzeit nach der Zunahme der Niederschläge einsetzte.

c) Birkenhaine und Birken-Eichenhaine in Mulden des Sandgebietes am unteren Dnjepr

Im Bereich der Sandterrassen großer Flüsse und insbesondere im Sandgebiet am unteren Dnjepr kann man häufig kleine Mulden beobachten, die sich inmitten der Sandsteppenvegetation durch einen Kranz von Bäumen schon von weitem herausheben. Über die Entstehung der Mulden (Ssagi, Gaiki) werden verschiedene Ansichten geäußert: Die einen halten sie für Reste alter Flußläufe, die zum Teil von Sanden zugeschüttet sind, so daß nur einzelne isolierte, z. T. mit Wasser gefüllte Mulden verblieben sind. Die anderen dagegen wollen Auflösung von Kalk und Gips in den untergelagerten Tonen für die Vertiefungen verantwortlich machen. Es ist möglich, daß beides zutrifft.

Je nach der Tiefe der Mulden und dem Salzgehalt des Grundwassers zeigt die Vegetation große Unterschiede. Flache Mulden mit süßem Grundwasser können ganz von einem Wäldchen eingenommen werden. Bei größerer Tiefe bildet sich in der Mitte ein See mit Sumpflvegetation und die Bäume stehen kranzförmig herum. Das Wasser im See kann auch salzig sein (Abb. 122).

Auch der Baumbestand ist etwas verschieden: So kann man z. B. im Sandgebiet am unteren Dnjepr beobachten, daß nach Norden zu, also näher zum Flußlauf Eichenhaine überwiegen (Abb. 123), südlicher Eichen-Birkenhaine und in der Mitte der Sandgebiete Birkenhaine. Es handelt sich dabei um eine endemische Abart der Flaumbirke *Betula pubescens* var. *glabra*. Beigemischt ist sehr häufig die Espe *Populus tremula* und die interessante *Populus cinerea* (*P. alba* x *P. tremula*).

Die Birkenhaine findet man vor allen Dingen im Dünengebiet. Häufig können die Mulden mit den Birken durch Flugsand zugeschüttet werden, so daß nur die Gipfel der Birken herausragen und es den Anschein hat, als ob diese auf Dünen wachsen (LAVRENKO u. POREZKI). Neben



Abb. 122. Burkuti-Sandgebiet: Geschlossene Pflanzendecke (Steppe), dahinter Salzsee und über süßem Grundwasser Eichen-Haine und *Populus cinerea* (Foto H. WALTER, ebenso Abb. 123–124).



Abb. 123. Sandsteppe (Burkuti) mit Eichen-Wäldchen in feuchter Senke.

der Birke kommen auch noch *Crataegus monogyna*, *Rhamnus cathartica* und *Evonymus europaeus* vor. In der Krautschicht dominieren *Calamagrostis epigeios*, *Poa pratensis* und oft *Solidago virgaurea*. Eigentliche Waldpflanzen fehlen hier, doch treten sie in den Birken-Eichen-Hainen und reinen Eichenhainen in viel größerer Zahl auf. In nicht bewaldeten Mulden wächst bei einem Grundwasserstand in 1–2 m Tiefe *Calamagrostis epigeios* oder bei Beweidung *Cynodon dactylon*, bei einem Grundwasserstand in ½–1 m Tiefe *Agrostis alba*; wenn das Grundwasser an die Oberfläche tritt, bilden sich Schilfbestände (*Phragmites*), wobei *Typha angustifolia* und *Scirpus lacustris* dazu kommen, sobald es sich um stauende Nässe handelt.

Sehr viele Waldarten, die hier nicht nochmals aufgezählt werden sollen, haben in diesen Hainen am unteren Dnjepr ihre südlichsten Standorte.



Abb. 124. Südlichste Kiefern im Burkuti-Sandgebiet unweit von der Schwarzmeer-Küste.

Unter diesen Laubhainen macht sich eine gewisse Podsolierung des Bodens bemerkbar. Da man heute solche Profile z. T. an nicht bewaldeten Stellen findet, kann man die Schlußfolgerung ziehen, daß die Haine früher weiter verbreitet waren und durch den Menschen z. T. vernichtet wurden.

Das gilt vor allem von den Kiefernbeständen, die früher wahrscheinlich hier im Sandgebiet vorkamen (vgl. S. 115). Von diesen sind nur noch 3 Kiefern, als die »3 Schwestern« bekannt, erhalten geblieben (Abb. 124).

Um die Mulden herum macht sich eine deutliche Zonation bemerkbar. Wir bringen folgende Beispiele: Gebiet Iwanowo-Rybaltsh, große Senke mit steileren Ufern (Zonation von außen nach innen):

1. Steppenvegetation mit stark dominierender *Scabiosa ucrainica*
2. *Calamagrostis epigeios*-Zone (hier wenig ausgebildet)
3. *Prunus spinosa*-Gebüsch
4. *Quercus robur*-Wald (Bäume 10 m hoch und 40 cm im Durchmesser, am inneren Rand viele alte, tote Bäume)
Dazu *Populus tremula*, *P. alba*, *Rhamnus cathartica*, *Sambucus nigra*, *Prunus spinosa*; Krautschicht: *Dactylis glomerata*, *Torilis anthriscus*, *Ballota nigra*, *Galium aparine*, *Agropyrum repens*, *Cannabis sativa*, *Lithospermum officinale*, *Thalictrum spec.*
5. *Phragmites*-Bestand. Am Rande: *Calystegia sepium*, *Stachys palustris*, *Heracleum sibiricum*, *Euphorbia palustris*, *Solanum dulcamara*, *Symphytum officinale*, *Artemisia vulgaris*, *Cirsium incanum*, *Carex riparia*, *C. acutiformis*, *Urtica dioica*.

Bei einer weniger tiefen Mulde konnten nur 3 Zonen unterschieden werden:

1. *Calamagrostis epigeios*-Zone (1,5 m hoch, sehr dicht) mit *Inula britannica*.
2. *Salix rosmarinifolia*-Zone.
3. Espen (*Populus tremula*, *P. alba* und Bastarde)-Birken-Zone.

Eine ganz kleine Senke war mit einem dichten, frisch grünen Rasen von *Cynodon dactylon* mit *Holoschoenus* und *Agrostis alba* ausgefüllt; *Calamagrostis* war spärlich vorhanden, Bäume und Sträucher fehlten ganz.

d) Espenhaine («Kolki») auf Solodböden

Eine viel größere Rolle spielt die Espe als waldbildende Baumart weiter im Osten. Wir hatten bereits darauf hingewiesen, daß Espenhaine in der Nähe von verbrackten Böden auftreten. Eine Verbrackung tritt stets ein, wenn im semiariden Gebiet die Niederschläge unter den Betrag der potentiellen Verdunstung einer freien Wasserfläche sinken und abflußlose Senken vorhanden sind. Bei ganz geringer Aridität des Klimas kommt es dabei zu einer *Sodaverbrackung* und der Ausbildung eines solonzierten Bodenprofils. An der Nordgrenze des semiariden Klimagebietes in Osteuropa reichte die Verbrackung in der Wärmeperiode der Postglazialzeit weiter nach Norden. Als dann im Subatlantikum die Temperatur abnahm, was eine Verringerung der Verdunstung nach sich zog, änderte sich hier an der Nordgrenze das Klima vom semiariden in ein semihumides. Die Niederschläge übertrafen etwas die potentielle Verdunstung und die leichtverbrackten Böden wurden langsam ausgelaugt. Es trat nach der Terminologie der Bodenkundler eine *Solodierung* ein, zunächst der oberen Bodenhorizonte.

Auf solchen Solodböden mit den oberflächlich ausgelaugten Horizonten siedelt sich die Espe (*Populus tremula*) gerne an; denn ihr flaches Wurzelsystem kommt nicht mit den tieferen noch verbrackten Bodenhorizonten in Berührung. Die Bewaldung zieht infolge der Bodenbeschattung eine Änderung des Bodenwasserhaushalts nach sich – der Wasserstrom wird stärker nach unten gerichtet und die Auslaugung macht weitere Fortschritte. Die Entstehung dieser Espenhaine ist sehr eingehend im Gebiet von Woronesh durch POPOV (1914) untersucht worden.

Es handelt sich um ganz ebene Flächen der Wasserscheiden mit kaum merklichen abflußlosen Senken, die sich im Frühjahr mit Wasser füllen. Das Grundwasser steht in 2–4 m Tiefe.

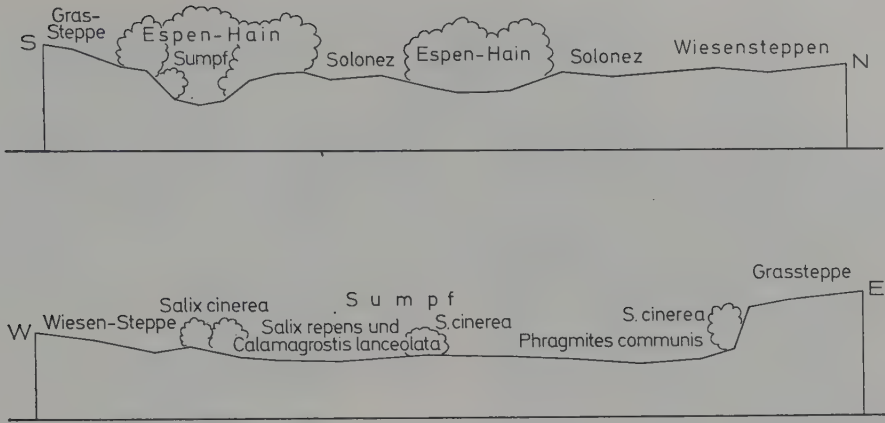


Abb. 125. Espenhaine in der Steppe des Woronesh-Gebiets (nach POPOV). Oben: Espenhaine in 0,4–1 m tiefen Senken von Solonezböden umgeben. Unten: In tieferer Senke Sumpfv egetation und *Salix*-Gebüsch.

Kleine Wannen werden von einem Espenhain eingenommen, größere Senken mit einem Durchmesser von 60–250 m bei einer Tiefe von 0,4–1 m von vielen Espenhainen inmitten einer Wiesenvegetation mit Weidengebüschen, aber auch Salzvegetation (Abb. 125). Die Wannen kommen durch unregelmäßige Ablagerung des Lößes zustande, oder sie spiegeln das tertiäre Oberflächenrelief des darunterliegenden Gesteins in abgeschwächter Form wider. Die solonzierten Böden mit einer Salzvegetation liegen etwas tiefer als die mit hygrophiler Wiesenvegetation. Auf den solonzierten Böden wachsen *Festuca sulcata*, *Artemisia maritima*, *Limonium* (*Statice*) *gmelini*, *Peucedanum latifolium* u. a. In den tiefsten Stellen findet man Solod-Gleiböden, die durch Aussüßung des früheren Säulen-Solonezbodens entstanden sind.

Nach POPOV siedelt sich auf diesen Böden mit ausgelaugten oberen Horizonten zunächst ein Weidengebüsch aus *Salix cinerea* mit *S. pentandra* und *S. repens* an, das eine zeitweise Überschwemmung im Frühjahr verträgt und eine ständige Feuchtigkeit im Sommer verlangt. Die dauernd nassen Stellen werden von einem Großseggen-Bultenmoor (*Carex stricta* mit *C. gracilis*) ausgefüllt.

Bei größerer Wassertiefe stellen sich *Phragmites communis*, *Scirpus lacustris* mit *Heleocharis palustris* und *Juncus atratus* ein. Zwischen den Bulten findet man im Wasser *Potamogeton gramineus* und *Utricularia vulgaris*, sonst *Caltha palustris*, *Alisma plantago*, *Symphitum officinale*, *Polygonum amphibium*, auf den Bulten *Stachys palustris*, *Achillea cartilaginea* (= *A. ptarmica*

var. *salicifolia*), *Lysimachia vulgaris* u. a. Ein Zuwachsen der Sümpfe erfolgt durch *Calamagrostis lanceolata* (Abb. 125). Es handelt sich also um eine gewöhnliche, aber verarmte Sumpfv egetation, was durch die isolierte Lage inmitten der Steppe zu erklären ist.

Das Weidengebüsch bildet den Übergang zu den einförmigen Espenhainen (*Populus tremula*) mit einer *Frangula alnus*, *Rosa cinnamomea* oder *Viburnum opulus*, *Rhamnus cathartica*, oft auch *Rubus caesius*-Strauchschicht. Die Krautschicht mit Ausnahme der stark beschatteten Stellen ist dicht geschlossen mit *Agrostis alba*, *Poa palustris*, *Bromus inermis*, *Carices* und vielen üppig entwickelten Kräutern wie *Adenophora liliifolia*, *Artemisia vulgaris*, *Cnidium venosum*, *Inula britannica*, *Lathyrus pratensis*, *Leonurus marrubiastrum*, *Lychnis viscaria*, *L. chalcidonica*, *Serratula tinctoria*, *Selinum carvifolia*, *Urtica dioica* und vielen anderen.

POPOV betrachtet dieses Nebeneinander als eine Sukzession, die von der Moorvegetation über das Weidengebüsch zu den Espenhainen führt, wobei die Weiden im Winter Schnee anreichern und damit zu einer besseren Durchfeuchtung beitragen. Es kann sich jedoch auch um eine ökologische Reihe handeln. Nach den Erfahrungen des Verfassers in Nordamerika keimt die amerikanische Espe (*Populus tremuloides*) auch direkt auf solodierten Böden. Aber unter *Salix cinerea* verjüngt sich *Populus tremula* in Osteuropa bei einem Lichtgenuß von 50% sehr gut. Die Espenhaine grenzen an die Steppe mit einem nur sehr schmalen Gebüschstreifen.

Im Gebiet von Woronesh können sich unter dem Schirm der Espen andere Baumarten, wie Birken, Ulmen, *Acer tataricum*, aber auch Eichen ansiedeln, wenn die Samen dieser Baumarten



Abb. 126. Vegetationskarte von Kanada: Übergangszone Wald-Prärie (kleine Kreise) in S-Manitoba, Saskatchewan und E-Alberta; sie entspricht der Espenzone. Einzelne Espenhaine treten bereits etwas südlicher auf.

von den weit entfernten Laubwäldern hingelangen. In diesem Falle sind die Espenhaine keine Dauergesellschaft. Anders ist es jedoch weiter im Osten im noch kontinentaleren Klimagebiet, wo die breitlaubigen Holzarten fehlen und nur noch die Birke verbleibt. Dort bildet die Espe mit der Birke eine zonale Übergangszone von der Steppe zur borealen Nadelwaldzone.

7. Die Espen-Waldzone

a) Die Birken-Espen-Zone in Westsibirien

Hinter dem Ural fällt die Breitlaubwälder-Zone ganz aus. Als Übergangszone zwischen die Wiesensteppen oder Steppenwiesen mit Birken-Espenhainen und die boreale Zone schiebt sich hier vom Ural ab über Tomsk nach Krasnojarsk bis zum 89°E und dann nach SE ausbiegend und das Becken von Minusinsk umrandend eine vorboreale Zone von Birken-Espen-Wäldern ein,

also eine Zone aus kleinblättrigen Laubbäumen (Abb. 10). Außer diesem Gebiet kommen kleinere Flächen mit dieser Vegetation noch am Westhang des Urals, an Südhängen tiefer Schluchten der Shiguli an der Wolga und im Transbaikalgebiet vor.

Nördlich von der Birken-Espen-Zone findet man Nadelwälder auf Podsolböden, südlich davon Steppen mit ausgelaugter Schwarzerde und Espenhainen in Senken mit Solodböden. Über das Klima dieser Grenzgebiete geben die Diagramme von Tobolsk sowie Tomsk (Abb. 80) und Omsk (Abb. 132) Auskunft.

In diesen Wäldern sind die Baumarten *Betula pendula* (*B. pubescens* nur auf Mooren) und *Populus tremula*; die Strauchschicht besteht aus *Lonicera altaica*, *Thelycrania alba* (Cornac.), *Ribes nigrum*, *R. rubrum*, im südlichen Teil auch aus *Spiraea hypericifolia*, *Lonicera tatarica* und *Cotoneaster multiflora*, auf Mooren *Salix cinerea*, *S. caprea*, *S. sibirica*, *S. xerophila*. Die Krautschicht ist wiesenartig (*Agrostis alba*, *Calamagrostis arundinacea*, *Poa pratensis*, *Bromus inermis* mit *Filipendula ulmaria*, *Astragalus danicus*, *Campanula bononiensis*); im nördlichen Teil mischen sich boreale

Elemente bei (*Vaccinium vitis-idaea*, *Ledum palustre*) im Süden Steppenelemente (*Galatella punctata* s.l. = *Aster sedifolius*, *Campanula sibirica*, *Phlomis tuberosa*, *Adonis vernalis*, *Inula hirta*, *Medicago falcata* u.a.). Im nördlichen Bereich wächst die Birke besonders gut und es mischen sich auch einzelne Nadelbäume bei. Große Flächen der Zone sind Niederungsmoore mit *Betula pubescens*, Großseggen, *Menyanthes trifoliata*, *Equisetum limosum* und Moosen (*Drepanocladus*-Arten, *Meesea triquetra*).

Diese Wälder wurden im südlichen Teil abgeholzt und in sekundäre Wiesen übergeführt. Sie nehmen heute in der nördlichen Waldsteppe 20–25% der Fläche, in der südlichen nur 4–5% ein.

KRYLOV betont, daß in Westsibirien die Espe stets den Birkenhainen beigemischt ist, aber auf feuchten leicht brackigen und Solodböden kommt sie in Reinbeständen vor, z.B. im Zentrum der Baraba, in der Marienschen Steppe, im Kusnezsk-Becken und in der Kulundinschen Steppe. Sehr gutes Wachstum weist sie im Schoria-Bergland, im Salaïr, im Kusnezsk-Alatau, im NE-Sajan und um Tomsk auf; sie wird bis 200 Jahre alt und erreicht eine Höhe bis zu 30 m (Abb. 77–78).

In den Espenhainen (Kolki) der nördlichen Steppenzzone ist die Krautschicht etwas anders zusammengesetzt aus Arten wie *Brachypodium pinnatum*, *Rubus saxatilis*, *Bupleurum aureum*, *Thalictrum minus*, *Calamagrostis epigeios*, *Pteridium aquilinum*, *Origanum vulgare*, *Phlomis tuberosa*; am Rande kann sich ein Gebüsch von *Prunus fruticosa* einstellen. Oft findet man im vertieften mittleren Teil der Espen-Birkenhaine einen Flecken mit Salzwiesenvegetation.

b) Vergleich mit der nordamerikanischen Espenzone

Die Gesetzmäßigkeit in der Verbreitung der Birken-Espenzone des westsibirischen Raumes wird besonders deutlich, wenn man sie mit der Espenzone in Nordamerika vergleicht. Die Espe ist dort durch die nahe verwandte Art *Populus tremuloides* vertreten, die vielleicht aggressiver ist als die eurosibirische Art. Sie vermehrt sich sehr stark und fast ausschließlich vegetativ durch Wurzelschößlinge. Jeder ältere Stamm ist von einer großen Zahl eigener Wurzelschößlinge umgeben und kann sich damit leichter im Wettbewerb behaupten. Vielleicht ist es darauf zurückzuführen, daß in der Espenzone die Birke ganz fehlt, oder aber gibt es unter

den vielen amerikanischen *Betula*-Arten keine, die unseren europäisch-südsibirischen Birken ökologisch gleichwertig ist.

Sobald man in die boreale Nadelwaldzone Nordamerikas kommt, sind Birken genau so wie die Espe normale Vorhölzer, d.h. sie können sich nur auf Brandflächen und Kahlschlägen eine Zeitlang halten und werden dann von den Nadelbäumen verdrängt.

Die Verbreitung der Espenzone ist aus der Abb. 126 (vgl. auch Abb. 108) zu ersehen. Die boreale Nadelwaldzone erstreckt sich, wie wir bereits auf S. 117 ausführten, durch ganz Kanada von Alaska bis Neufundland. Südlich stößt sie im Osten an die Mischwaldzone mit breitlaubigen Holzarten im Gebiet der Großen Seen bis zum Winnipeg-See in Manitoba. Westlich davon beginnt das Gebiet mit streng kontinentalem Klima; die Mischwaldzone hört auf und die boreale Nadelwaldzone stößt fast unmittelbar an die nördlichen Prärien an, die den Wiesensteppen Südsibiriens entsprechen. Aber ebenso wie in Westsibirien ist die boreale Nadelwaldzone von der Steppenzzone durch die Übergangszone der Espenwälder getrennt, die sich als ein bald breiterer, bald schmalerer Streifen in nordwestlicher Richtung durch den südlichen Teil von Manitoba den mittleren Teil von Saskatchewan und Alberta bis zu den nördlichen Rocky Mts an der Grenze von British Columbia hinzieht. Hier hört auch die Steppenzzone auf. Diese Espen-Zone erstreckt sich vom 97°W bis zum 118°W und von 44°N im Osten bis 54°N im Westen. In Westsibirien nimmt sie das Gebiet zwischen dem 60° E und 90° E sowie 54° N und 57° N ein, wobei die Erstreckung fast genau West-Ost ist.

Wie sehr sich die Verhältnisse entsprechen, soll eine Fahrt von Dickinson in North Dakota (USA) nach Yorkton in Saskatchewan und weiter in die boreale Zone Manitobas zeigen (WALTER 1971/72.)

Dickinson in North Dakota liegt noch ganz in der schwachwelligen nördlichen Präriezone mit *Stipa comata* und *Agropyrum smithii*; erst nördlich von New Town in North Dakota gelangt man in eine flache Moränenlandschaft mit vielen Haufen von Lesesteinen an den Ackerändern. Gleich darauf beobachtet man im ganz flachen Gelände kleine Wannen, die meist kreisrund und oft mit Wasser gefüllt sind. Am Rande dieser Senken erkennt man Salzausblühungen, die laugig schmecken; das Gras *Distichlis stricta*



Abb. 127. Links: Einzelne Espenhaine in der Prärie südlich von der kanadischen Grenze in N-Dakota (*Populus tremuloides* mit Gebüsch aus *Symphoricarpos* und adventivem *Elaeagnus*), links hinten noch ein Wasserbecken ohne Gebüsch mit alkalischem Wasser.



Rechts: Ausgedehnte Espenwälder (Hintergrund) in Kanada bei Yorkton auf hellgrauen Waldböden (zu einem großen Teil gerodet); natürliches Grasland auf degradierter Schwarzerde (Foto H. WALTER, ebenso Abb. 128–131).

zeigt Sodaverbrackung und solonzierte Böden an, d.h. wir sind noch in einem semiariden Gebiet (200 km östlich davon befindet sich der große Brackwasser-See «Devils Lake»). Die Landschaft ist hier noch ganz baumlos, aber nur wenig nördlicher ändert sich plötzlich das Landschaftsbild, denn in den zahllosen kleinen Wannen wachsen jetzt Espenhaine, wobei die Baumkronen über die Steppenfläche hinausragen (Abb. 127). Nach Überschreiten der kanadischen Grenze vergrößern sich die Espenhaine, indem sie aus den Vertiefungen heraustreten und auf die ebene Fläche übergreifen. Sie entsprechen

somit ganz den Espenhainen (Kolki) der Wiesensteppen Osteuropas und Sibiriens. Die Prärie selbst, auch in Südkanada, ist völlig in Kulturland umgewandelt worden.

Noch weiter nördlich nehmen die Espen eine immer größere Fläche ein und in Yorkton befindet man sich bereits in der Espenwaldzone mit kleinen Prärieflächen dazwischen auf degradierter Schwarzerde (Abb. 127). Unter den Espen macht sich bereits eine leichte Podsolierung bemerkbar. Nadelbäume fehlen ganz. Die Espe ist hier so aggressiv, daß die Farmer, die Weideland für ihr Vieh und Ackerflächen für den Futteranbau benötigen, besondere Methoden mit mechanischen und chemischen Mitteln zur Vernichtung der Espen anwenden müssen. Das Umsichgreifen der Espe soll sich in den letzten 25 Jahren besonders stark bemerkbar machen, seitdem das Land in Farmen aufgeteilt wurde und die häufigen Präriebrände aufhörten. Die Espenbestände sind meist jung. Nordwestlich von Yorkton bedecken die Espenwälder die gesamte nicht kultivierte Fläche; die Bestände sind älter und deshalb etwas lichter. Vereinzelt treten Fichten auf, die über die Espen hinausragen. Noch etwas nördlicher wechseln Nadelholzbestände an Nordhängen und auf schlecht drainierten Talböden, insbesondere auf sandigen stark podsolierten Böden, mit Espenbeständen ab. Bald darauf ist man in der typischen borealen *Picea glauca* – *Abies balsamea*-Zone (Abb. 128) mit *Larix laricina*-Beständen an sumpfigen Standorten (Abb. 129). *Populus tremuloides* ist hier überall vereinzelt vorhanden, in



Abb. 128. Borealer Fichtenwald (*Picea glauca*) in den Duck Mountains, Manitoba.

dichteren Beständen jedoch nur auf Brandflächen als Vorholz; aber auch auf diesen wird die Espe bald von *Pinus banksiana* verdrängt (Abb. 130), wobei man im Unterwuchs schon die aufkommende Fichte sieht. Zugleich ist hier die Birke (*Betula papyrifera*) vorhanden, wenn auch nicht in sehr großer Anzahl. Ebenso treten in der Krautschicht die typischen nordamerikanischen borealen Arten auf wie *Lycopodium*- und *Pyrola*-Arten, *Linnaea borealis*, *Cornus canadensis*, *Rubus* aff. *arcticus*, *Majanthemum*, *Ledum* u.a., d.h. man befindet sich in der typischen borealen Nadelwaldzone, die der euro-sibirischen sehr stark ähnelt.

Aber *Populus tremuloides* spielt außerdem noch in den Gebirgen der intermontanen Region Nordamerikas zwischen den westlichen Rocky Mts und dem Osthang der Sierra Nevada und dem Kaskaden-Gebirge eine große Rolle. Dieses große Becken, etwa zwischen 38° und 47° N also in einer Breitenlage, die den Mittel- und Zentralasiatischen Wüsten entspricht, zeichnet sich durch ein Klima aus, das in Asien an das von Süd-Kasachstan am ehesten erinnert. Es ist extrem kontinental (Temperaturen zwischen +40°C und -40° C schwankend), hat ausgesprochene Winterregen und eine extreme Sommerdürrezeit. Die Vegetation in tieferen Lagen ist eine *Artemisia tridentata*-Halbwüste. Die höheren Gebirge, die mehr Regen erhalten, tragen Nadelholzwälder. Den Übergang von der Halbwüste zum Nadelwald bildet die Pinyon-Stufe mit *Juniperus*- und niedrigen *Pinus*-Arten oder eine Gebüschstufe mit *Purshia* und *Cercocarpus* (beides Rosac.) oder *Symphoricarpos* und *Amenlanchier*, worauf in den Wasatch-Mts die Nadelwaldstufe mit *Pseudotsuga menziesii* und *Abies concolor*, sowie *Pinus flexilis* beginnt; darüber in der subalpinen Stufe gelangt *Picea engelmannii* zur Vorherrschaft (Abb. 131).

Die Grenze zwischen semiaridem und semihumidem Klima verläuft im Gebirge durch die Pinyon- bzw. Gebüschstufe, also unterhalb der Nadelwaldstufe und gerade in dieser Zone schiebt sich wiederum eine Espenhöhenstufe mit reinen *Populus tremuloides*-Beständen ein. Aber die Voraussetzung für das erste Auftreten der Espe ist ebenso wie im Norden eine gewisse dauernde Feuchtigkeit des Standortes, also Sickerwasserhorizonte bzw. kleine Wasserrinnale, die zu einer Verbrückung der Böden neigen. Allerdings konnten Anzeichen einer solchen Verbrückung nicht beobachtet werden, weil bei

dem steilen Gefälle im Gebirge abflußlose Mulden fehlen.

Die Espe breitet sich auch hier durch Wurzelschößlinge rasch aus und bedeckt höher im Gebirge die ganzen Hänge. Noch höher treten zuerst vereinzelt, dann immer mehr Nadelbäume



Abb. 129. *Larix laricina*-Bestand in mooriger Senke der borealen Nadelwaldzone, Manitoba.



Abb. 130. *Pinus banksiana* in der borealen Nadelwaldzone (Manitoba) auf einer früheren Brandfläche.



Abb. 131. *Picea engelmannii*-Wald (2870 m NN), Cedar Breaks in S-Utah; subalpine Wiesen in leichter Senke mit viel Schnee im Winter und kurzer Aperozeit.

auf, bis die eigentliche Nadelwaldstufe erreicht ist, in der die Espe (ohne Birke) wiederum nur eine Vorholzart ist.

Diese Gesetzmäßigkeit ließ sich immer wieder sowohl auf dem Colorado-Plateau bei Price (Utah) als auch in Oregon und Nevada beobachten. Nur nimmt in den extrem trockenen, fast ganz unbewaldeten Gebirgen die Espe höchstens kleine Flächen ein.

Ein ähnliches Verhalten der Espe an der Grenze zwischen semiaridem und semihumidem Klima in den südsibirischen oder mittelasiatischen Gebirgen scheint ebenfalls zuzutreffen, wenn es auch in der russischen Literatur nicht besonders hervorgehoben wird. Wir werden bei der Behandlung der Vegetation dieser Gebirge ausdrücklich darauf hinweisen (Teil VI, 4).

Teil V

Steppenzone

I. Allgemeines

Unter Steppen (russ. «stepj») verstehen wir baumlose Flächen der gemäßigten Klimagebiete mit einer Grasvegetation, also zonales Grasland. Die Grenze zwischen Wald und Steppe ist landschaftlich von derselben Bedeutung wie die zwischen Wald und Tundra. Die Frage, warum in der Steppe der Baumwuchs fehlt, wurde zusammen mit den Bodenverhältnissen und den öko-physiologischen Problemen in WALTER 1968 (S. 588–665) eingehend diskutiert und soll hier nicht nochmals behandelt werden. Es sei nur darauf hingewiesen, daß es sich um ein sehr komplexes Phänomen handelt, wobei die Hauptursache das aride Klima der Steppe im Gegensatz zu dem humiden Klima des Waldes ist. Der ausschlaggebende Faktor ist der Wasserfaktor, wobei jedoch die Wasserversorgung der Pflanzen auch von der Bodenart abhängt; sie ist in ariden Gebieten unter gleichen klimatischen Verhältnissen auf grobkörnigen, also sandigen Böden besser als auf feinkörnigen Löß- oder Tonböden. Das wirkt sich in der Übergangszone, der Waldsteppe, sehr deutlich aus. Wir finden Wald auf grobkörnigen oder gutdrainierten Böden, Steppe dagegen auf feinkörnigen oder schlechter drainierten.

Für den Wettbewerb zwischen Holzpflanzen und Graspflanzen waren unter natürlichen Verhältnissen auch die durch Blitzschlag periodisch ausgelösten Steppenbrände und die Beweidung durch Großwildherden maßgebend. Beide Faktoren begünstigten das Grasland und drängten den Wald zurück. Sie dürfen nicht übersehen werden, wenn man sich heute mit dem Steppenproblem befaßt, denn diese Faktoren sind nicht mehr wirksam. Deshalb ist es nicht verwunderlich, daß Bäume bei Ausschaltung des Wettbewerbes von Seiten der Gräser in der Steppenzone wachsen können. Für alle Vegetationsgrenzen ist letzten Endes immer der Wettbewerbsfaktor ausschlaggebend.

Die Abgrenzung der Steppen von den azonalen oder anthropogenen Wiesen, in denen ebenfalls Gräser überwiegen, ist physiognomisch und floristisch schwierig; deswegen bezeichnet man auch die nördlichsten, schon relativ feuchten Steppen als Wiesensteppen.

Die Steppen sind in Osteuropa an einen bestimmten Bodentypus gebunden, die Schwarzerden (Tschernosem), auf die im Großraum VII 4 Millionen km² entfallen. Die kälte- und dürre-resistenten Horstgräser, aus denen sich die Steppenvegetation vorwiegend zusammensetzt, gehören zu Gattungen, die LAVRENKO (1969) aufzählt. Die wichtigsten Gattungen sind *Stipa*, *Festuca*, *Helictotrichon*, *Agropyrum*, *Poa* und *Koeleria*, in Asien auch *Cleistogenes* (= *Diplachne*) und *Aneurolepidium* (= *Agropyrum pseudoagropyrum*). Im Transbaikalgebiet spielt außerdem die Composite *Tanacetum sibiricum* (neuerdings zur Gattung *Filifolium* gestellt) eine große Rolle.

Die Steppen erstrecken sich von der Donaumündung bis zum Altai und Saur-Gebirge als eine ununterbrochene Zone, während sie sich im gebirgigen Zentral- und Ostsibirien auf die tiefen Lagen der Beckenlandschaften beschränken.

Die Nordgrenze der Steppenzone verläuft südlich von Kiew über Konotop–Kursk–Orel–südlich von Tula und von Rjasan, dann weiter unregelmäßig gewellt nach Pensa und Wolsk an der Wolga sowie über Kujbyschew nach Ufa und weiter direkt südlich entlang der Belaja nicht ganz bis Orenburg, um darauf scharf nach Swerdlowsk (Ural) abzubiegen. In Westsibirien ist der Verlauf fast geradlinig von Swerdlowsk nach Ischim und nördlich von Barabinsk nach Nowosibirsk. Weiter östlich kann man, wie wir sagten, nicht mehr von einer Zone sprechen, vielmehr handelt es sich in der gebirgigen Gegend um einzelne Inseln: Die Steppen von Bijsk und Kusnezsk hinter dem Ob, die Atschinsk–Minusinsk-Steppe am westlichen Jenissej-Ufer

mit der südlichen Abakanschen Steppe; sodann sind zu erwähnen die Steppen von Krasnojarsk und Kansk, die Balagansche Steppe an der Angara und 2 große Steppenflächen von Dahurien im Transbaikalgebiet. Ganz isoliert liegen in der Waldzone die extrazonalen Steppen Jakutiens. Weiter im Süden und Osten schließen sich die Steppen der Äußerer und Inneren Mongolei an. Die Steppenzone grenzt im Norden an die Laubwaldzone und zwar bis zum Ural an breitlaubige Wälder, in Westsibirien dagegen bis zum Jenissej an kleinlaubige Wälder (Birken, Espen), im Transbaikalgebiet an Lärchen-Kiefern-Wälder.

Die gesamte Steppenzone läßt sich in 2 Hälften teilen: Die westliche bis zum Altai und die östliche in Zentral- und Ostsibirien sowie in der Mongolei. Diese Teilung ist klimatisch bedingt: Die westliche Hälfte erhält die Niederschläge

durch die vom Atlantischen Ozean weit nach Osten übergreifenden Tiefdruckgebiete mit den feuchten Luftmassen. Die Niederschläge sind relativ gleichmäßig verteilt, wenn auch das Regenmaximum in die Sommermonate fällt, die jedoch infolge der hohen Temperatur relativ trocken sind; im Winter kommt es stets zur Ausbildung einer Schneedecke, so daß der Boden im Frühjahr durch das Schmelzwasser tief durchfeuchtet wird. Die östliche Hälfte dagegen erhält die Niederschläge nur in den Sommermonaten vom Pazifischen Ozean durch frontale oder zyklonale Störungen. Im Frühjahr ist der Boden sehr trocken und die Vegetation entwickelt sich erst nach den ersten Sommerregen (vgl. Klimadiagramme, Abb. 132).

LAVRENKO, der beste Kenner der Steppenzone, gibt folgende neue Gesamtgliederung derselben:

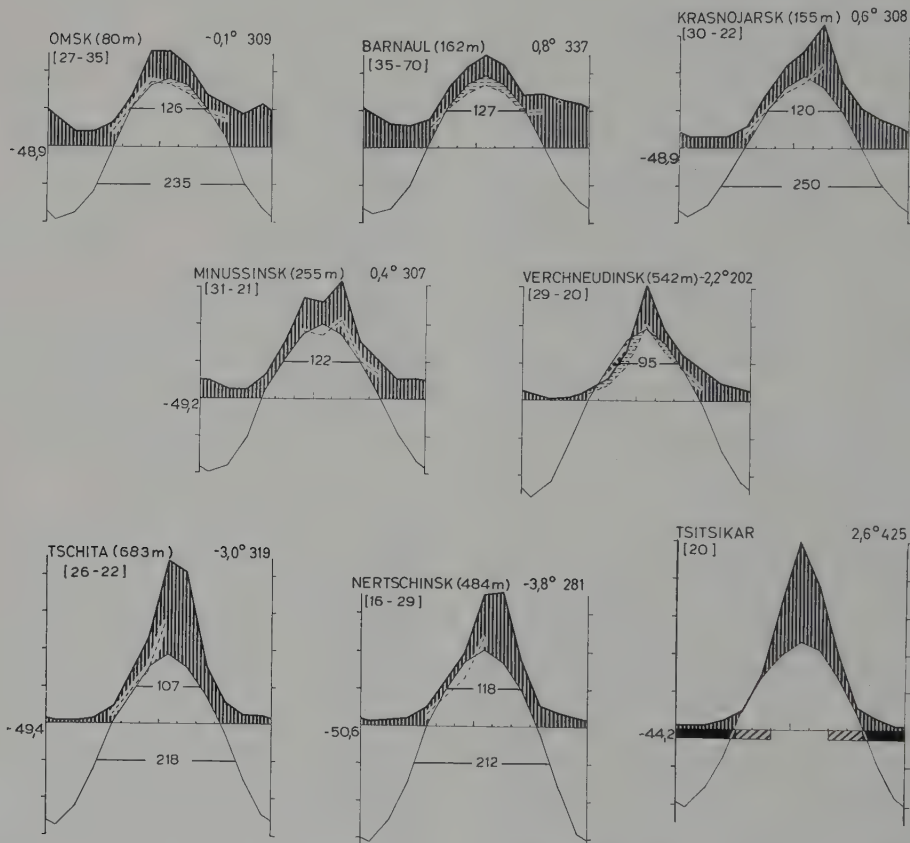


Abb. 132. Klimadiagramme von sibirischen Stationen im Waldsteppengebiet: Obere Reihe und Minussinsk in Westsibirien, Verchne-Udiask und untere Reihe im Transbaikalgebiet mit scharf ausgeprägtem Sommermaximum, Tsitsikar in der Mandschurei. Vgl. dazu Steppen-Klimadiagramme in Osteuropa auf Abb. 114–115.

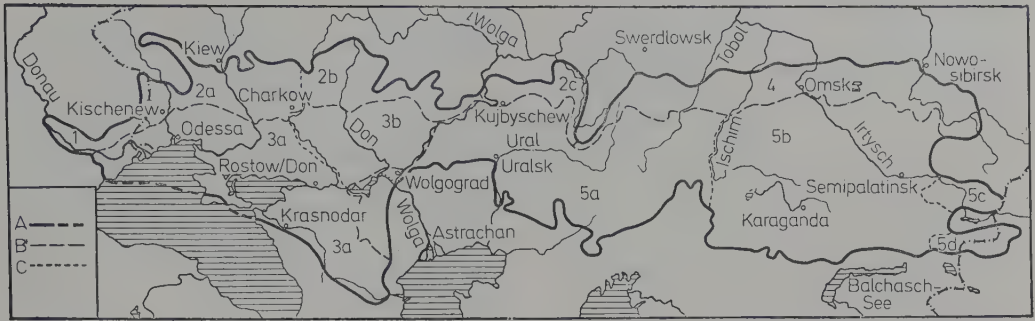


Abb. 133. Gliederung der westlichen Schwarzmeer-Kasachischen Steppe (nach LAVRENKO). A = Umgrenzung des Gebiets, B = Grenzen der Provinzen, C = Grenzen der Unterprovinzen, 1 Balkano-Moesische Waldsteppe, 2 Osteuropäische Waldsteppe (a = am mittleren Dnjepr, b = mittlrussische, c = transwolga-sche), 3 Schwarzmeersteppe (a = am Schwarzen und Asowschen Meer, b = am mittleren Don), 4 Westsibirische Waldsteppe, 5 Transwolga-Kasachische Steppe (a = transwolga-westkasachische, b = ostkasachische, c = altaische Gebirgssteppe, d = tarbagatai-saurische Gebirgssteppe).

A. Westliche Schwarzmeer-Kasachische Hälfte

A₁ Osteuropäisches Gebiet

1. Balkanisch-Moesische Waldsteppen-Provinz
2. Osteuropäische Waldsteppen-Provinz
3. Schwarzmeer (Pontische) Steppenprovinz

A₂ Westsibirisch-Kasachisches Gebiet

4. Westsibirische Waldsteppen-Provinz
5. Transwolga-Kasachische Steppen-Provinz

B. Östliche Zentralasiatische Hälfte

B₁ Dahuro-Mongolisches Gebiet

6. Khangai-Dahurische Gebirgswaldsteppen-Provinz
7. Mongolische Steppen-Provinz

B₂ Mandshuro-Westchinesisches Gebiet

8. Mandshurische Waldsteppen-Provinz
9. Schensi-Kansu-Waldsteppen- und Steppen-Provinz

Wir wollen uns zunächst mit der Gliederung der westlichen Steppen (A) nach LAVRENKO 1970 beschäftigen (Abb. 133).

Bezeichnend für diesen Teil der Steppenzone ist die Vorherrschaft von *Stipa*-Arten der Serie *Pennatae*, die den östlichen Steppen praktisch fehlen (LAVRENKO 1956). Aus der Serie *Capillatae* kommen nur zwei Arten, *Stipa capillata* und *Stipa sareptana* vor, während die Serie *Barbatae* durch eine Art, *Stipa orientalis*, und nur in Kasachstan vertreten wird.

Charakteristisch sind weiterhin die vielen Frühlingsephemeren, einerseits Geophyten

(= Ephemeroïden), wie Arten der Gattungen *Ornithogalum*, *Crocus*, *Tulipa* (in Dahuro-Mongolien nur eine Art *T. uniflora*), *Bellevallia*, *Bulbocodium*, *Eremurus*, *Hyacinthella* sowie *Poa bulbosa* u. a., andererseits die eigentlichen annuellen Ephemeriden, wie *Bromus*, *Holosteum*, *Arenaria serpyllifolia*, *Ceratocephalus*, *Erophila*, *Valerianella* usw. mit sehr kurzer Entwicklungszeit, an die sich die Hemiephemeriden anschließen, deren Vegetationszeit sich bis in den Frühsommer ausdehnt, wie z. B. *Pedicularis kaufmannii*, *Serratula xeranthemoides*, *Rindera tetrapsis*, *Ferula caspica* u. a.

Alle diese ephemeren Arten fehlen den Steppen der östlichen Hälfte mit trockenen Wintern und Sommerregen.

Typisch für die osteuropäisch-westsibirischen Steppen sind auch perenne Arten der Gattungen *Asperula*, *Salvia*, *Onosma*, *Echium*, *Eryngium*, *Trinia*, *Seseli*, *Ferula*, *Centaurea*, *Linum*, *Artemisia*-Arten des Subgenus *Seriphidium* oder solche Arten meist der Wiesensteppen wie *Adonis vernalis*, *Filipendula hexapetala*, *Trifolium montanum*, *Verbascum phoeniceum*, *Inula germanica* und *I. hirta*, das psammophile *Helichrysum arenarium* und der petrophile *Echinops ritro*, von Sträuchern *Spiraea hypericifolia*.

Gemeinsam sowohl den westlichen als auch den östlichen Steppen bis in die Mongolei hinein sind solche Arten wie *Koeleria cristata*, *Helictotrichon schellianum*, *Phleum phleoides*, *Anemone sylvestris*, *Dracocephalum ruyschiana*, *Phlomis tuberosa*, *Artemisia dracunculus*, die petrophile *Scorzonera austriaca* u. a.

Was nun die einzelnen Provinzen anbelangt

so liegt die erste (1) balkano-moesische (= danubische nach MEUSEL) mit vielen submediterranen Elementen, z.B. *Quercus pedunculiflora* (aff. *Q. robur*) und *Q. pubescens* in den Waldbeständen noch außerhalb des hier behandelten Großraums.

In der zweiten osteuropäischen Waldsteppen-Provinz (2) spielen in den Steppen *Stipa pennata* und *Stipa stenophylla* die Hauptrolle, in den Wäldern *Quercus robur*. LAVRENKO unterscheidet dabei 3 Unterprovinzen (Abb. 133): a) die Waldsteppe des mittleren Dnjepr, die innerhalb der Grenzen der Ukraine liegt, mit *Carpinus betulus* in den Wäldern und anderen westlichen Geoelementen; b) die Mittelrussische Waldsteppen-Unterprovinz, in der *Carpinus* fehlt, aber *Fraxinus excelsior* den Wäldern beigemischt ist; *Carex humilis* ist häufig, ebenso einige östliche (südsibirische) Arten, wie *Artemisia latifolia*, *A. sericea* u.a.; c) die Transkama-Transwolga Waldsteppen-Unterprovinz ohne *Fraxinus* in den Wäldern, während *Tilia cordata* an Bedeutung zunimmt, wobei viele westliche Arten, wie *Salvia pratensis* oder *Linosyris vulgaris* fehlen und *Bromus riparius* (*B. erectus* s.l.) keine größere Rolle spielt.

Die dritte Schwarzmeer- oder Pontische Steppen-Provinz (3) liegt nördlich vom Schwarzen und Asowschen Meer sowie nördlich von den Vorbergen der Krim und des Kaukasus. In diesen Steppen kommen als Dominanten *Stipa lessingiana*, *S. ucrainica*, *S. rubens*, *Festuca sulcata* s.l., ebenso wie *Bromus riparius* vor, wobei letzterer sowie *Stipa rubens* auf die weniger ariden, krautreichen Steppen beschränkt sind. In dieser Provinz findet man auch eine Reihe von mediterranen, meist petrophilen Arten, z.B. *Teucrium polium*, *Xeranthemum annuum*, *Cephalaria transylvanica* u.a. Typische Arten sind *Iris pumila*, *Crambe tatarica*, *Taraxacum serotinum*, *Ammygdalus nana*, *Tulipa biebersteiniana*, *Jurinea arachnoides*, *Peucedanum ruthenicum*, *Salvia nutans* usw., doch gehen einige von diesen noch weit nach Osten. Unterschieden werden nur zwei Unterprovinzen: a) die Schwarzmeer-Asowsche und b) die Mittel-Donsche. Beide weisen bestimmte floristische Besonderheiten auf.

Die Westsibirische Waldsteppen-Provinz (4) erstreckt sich vom Ural bis zum Kusnez-Alatau. Die kleinen Waldhaine in der Waldsteppe («Kolki», vgl. S. 154) werden von *Betula pendula* (= *verrucosa*) und *Populus tremula* gebildet; breitblättrige Baumarten fehlen ganz. Die Steppen-

gräser sind dieselben wie in der osteuropäischen Waldsteppe (*Stipa pennata*, *Festuca sulcata* s.l., *Koeleria cristata*, *Poa angustifolia*), aber die meisten pontisch-pannonischen krautigen Arten fehlen und werden durch südsibirisch-kasachische Geoelemente ersetzt. Unterprovinzen werden nicht unterschieden. Die Transwolga-Kasachische Steppen-Provinz (5) nimmt das Gebiet vom Don-Knie und der unteren Wolga bis zum Altai ein. Vorherrschend ist in den krautreichen Steppen *Stipa rubens*, in den trockenen *Stipa lessingiana*, in den wüstenhaften *Stipa sareptana* und *S. capillata*, auf Sandböden *S. pennata*, auf steinigen Böden *Helictotrichon desertorum*, auf Schutthängen *Stipa orientalis* mit *Artemisia frigida*, als halophile Steppenart *Psathyrostachys juncea*. Ausführlicher kommen wir auf diese Vegetation im Abschnitt über Kasachstan zurück (Teil VI, 2c). LAVRENKO teilt diese Provinz in vier Unterprovinzen ein (Abb. 133): a) die Transwolga-Westkasachische, die noch viele gemeinsame Arten mit den Schwarzmeesteppen hat; b) die Ostkasachische, die sich durch das häufige Vorkommen von Sträuchern in der Steppe an Hängen auszeichnet, aber auch viele bezeichnende Arten aufweist, die in die Dsungarei nach Osten übergreifen (*Eremurus altaicus*, *Iris scariosa*, *Ferula songorica* u.a.) oder schon mongolische Geoelemente sind. Als weitere zwei Unterprovinzen werden die Gebirgssteppen ausgeschieden: c) die Südaltaischen und d) die Tarbagatai-Saurischen. Diese Gebirgssteppen gehen in höheren Lagen in die subalpine Stufe über, in der im Altai die südsibirische Zwergbirke, *Betula rotundifolia*, große Bestände bildet; sie fehlt den Tarbagatai- und Saur-Gebirgen, in denen in tiefen Lagen das mongolische Geoelement *Allium polyrrhizum* auftritt und in höheren Lagen zwei *Acantholimon*-Arten (turanische Elemente) vorkommen.

Es ist interessant, diese Steppen mit den ihnen entsprechenden nordamerikanischen Prärien zu vergleichen (Abb. 108, Zonen 13–14). Wie wir bereits ausführten, verlaufen die Präriezonen in meridionaler Richtung von Kanada im Norden bis zu den fast subtropischen Gebieten am Golf von Mexico. Das hat zur Folge, daß die Präriezone floristisch weniger einheitlich ist als die in gleicher Breite verlaufende Steppenzone. Die nördliche Prärie zeichnet sich durch ähnliche Gramineen-Gattungen aus wie die Steppe: *Stipa*, *Festuca*, *Agropyrum*, *Poa*, *Koeleria*. Aber schon in der mittleren Prärie von Nebraska erlangen Gattungen mit mehr südlicher Verbreitung (*Andropogoneen*, *Panicen*) die Oberhand. Sie blühen nicht

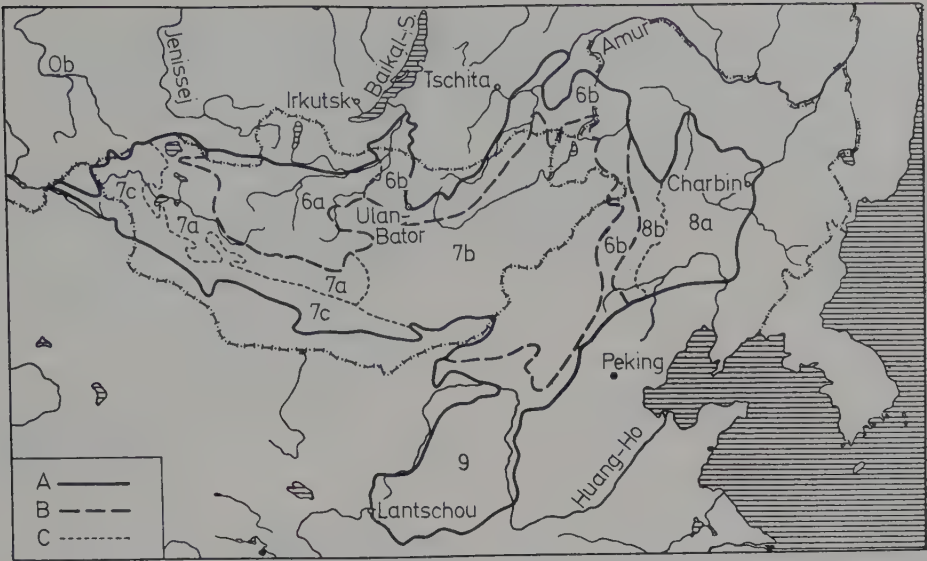


Abb. 134. Gliederung der östlichen zentralasiatischen Steppen (nach LAVRENKO). A = Umgrenzung des Gebiets, B = Grenzen der Provinzen, C = Grenzen der Unterprovinzen. 6 Khangai-Daurische Gebirgs-Waldsteppen (a = khangaische, b = dahurische), 7 Mongolische Steppen (a = westmongolische, b = ostmongolische, c = altai-mongolische Gebirgssteppen), 8 Mandschurische Waldsteppen (a = der sungarischen Niederung, b = südhingansche Gebirgssteppe), 9 Schensi-Kansu-Waldsteppe und Steppe.

im Frühsommer, sondern im Spätsommer und werden in der Langgrasprairie sehr hoch. Die Aspektfolge ist also eine andere als in der Steppe. Je weiter wir in der Präriezone nach Süden gehen, desto mehr südliche Elemente kommen hinzu. Ganz im Süden geht die Prärie in eine fast subtropische Savanne über.

Im Gegensatz dazu machen sich südliche Einflüsse in der Steppe nur vom Nordbalkan und von Transkaukasien aus in sehr schwachem Maße bemerkbar. In beiden Fällen kann unter den Gräsern *Andropogon* (*Bothriochloa*) *ischaenum* die Vorherrschaft erlangen (vgl. Nordkaukasien in Teil VII).

Für die östliche, zentralasiatische Hälfte der Steppenzone (B) hat LAVRENKO ebenfalls eine genaue Gliederung entworfen (Abb. 134). Die Waldsteppen- und Steppenzonen verlaufen in diesem Teil nicht mehr parallel zu den Breitengraden, sondern biegen im Osten um und halten etwa parallel zur ostasiatischen Küste und dem Großen Hingan-Gebirge eine Richtung von NNE nach SSW ein.

Wie bereits erwähnt, fehlen in diesem ostasiatischen Klimagebiet mit Sommerregen alle Ephemeriden bis auf *Tulipa uniflora*, *Androsace septentrionalis* und *A. turczaninowii*. Die Gattung *Stipa* ist durch Arten der Serie *Capillatae* (*Stipa capillata* und *S. sareptana* allerdings nur in der

Westmongolei) und *Barbatae* vertreten. Von der Gattung *Artemisia* spielen die Arten des Subgenus *Seriphidium* kaum eine Rolle, die des Subgenus *Euartemisia* und *Dracunculus* dagegen eine sehr große. Auf die zentralasiatischen Steppen sind fast ganz beschränkt die meist monotypischen Gattungen *Anemarrhena* (Lil.), *Dontostemon* (Cruc.), *Sibbaldianthe* (Ros.), *Stellera* s.str. (Thym.), *Saposhnikovia* (Umb.), *Amblynotus* (Bor.), *Panzeria* (Lab.), *Cymbaria* (Scroph.) und die Compositen *Arctogeron*, *Filifolium* (= *Tanacetum sibiricum*) und die meisten *Leontopodium*-Arten.

Zu den Zentralasiatischen Steppen (B) gehören ein mehr kontinentales Dahuro-Mongolisches Gebiet (B₁) und ein weniger kontinentales Mandshuro-Nordwestchinesisches Gebiet (B₂), für die jeweils zwei Provinzen (6-7 und 8-9) unterschieden werden (vgl. Abb. 134): Die Khangai-Daurische Gebirgs-Waldsteppen-Provinz (6) weist eine gewisse Höhenstufengliederung auf, wobei Wälder (*Larix sibirica* und *Pinus sibirica*) fast nur an Nordhängen vorkommen mit Steppen abwechselnd, während an Südhängen die Steppen meist direkt in die alpine Vegetation übergehen. Von den Gräsern spielen *Stipa baicalensis* und *S. grandis* die Hauptrolle, dazu

Festuca vallesiaca, *F. lenensis*, *Koeleria cristata*, *Poa botryoides* (*attenuata*), *Helictotrichon schellianum*, *Carex pediformis* u.a. Bezeichnende Kräuter sind: *Iris tigrina*, *Chamaerhodos altaica*, *Androsace incana*, *Arctogeron gramineum*, *Aster alpinus*, *Leontopodium ochroleucum* ebenso wie *Potentilla acaulis*, *Haplophyllum dauricum*, *Artemisia squarrosa* u.a. In trockenen Senken kommen *Stipa krylovii* + *Cleistogenes squarrosa*-Steppen mit *Aneurolepidium chinense* vor.

Es werden zwei Unterprovinzen unterschieden:

6a Khangai-Gebirgswaldsteppen-Unterprovinz, in der noch boreale Geoelemente vorkommen, während *Filifolium* (= *Tanacetum*) *sibiricum* fast fehlt.

6b Dahurische Gebirgswaldsteppen-Unterprovinz, die am Selenga- sowie Argun-Fluß beginnt und längs der Vorberge des Großen Hingan weit nach Süden reicht. *Filifolium* und *Stipa baicalensis* sind stark vertreten, dazu gesellen sich viele östliche Arten: *Lespedeza hedysaroides*, *Iris dichotoma*, *Polygonum divaricatum*, *Clematis hexapetala*, *Scutellaria baicalensis*, *Adenophora stenanthina*, *Paeonia lactiflora*, *Senecio argunensis*, *Gypsophila dahurica*, *Stellera chamaejasme*. Die Arealformen dieser Arten sind etwas verschieden.

Die Mongolische Steppenprovinz (7) nimmt den größten Teil der Mongolei ohne die Wüste Gobi ein (vgl. S. 291). Vorherrschend ist *Stipa krylovii* (vikartierend zu *S. sareptana*) und *Cleistogenes squarrosa*, dazu *Koeleria cristata*, *Agropyrum cristatum*, *Poa botryoides* mit *Artemisia frigida* sowie *Caragana*-Sträuchern. Für die südlichen wüstenhaften Steppen sind bezeichnend *Stipa gobica*, *S. glareosa*, *Cleistogenes songorica* sowie *Allium polyrhizum* mit *Artemisia xerophytica* u.a.

Unterschieden werden drei Unterprovinzen:

7a die Westmongolische, in die noch boreale Geoelemente einstrahlen,

7b die Ostmongolische mit *Aneurolepidium chinense* und den mongolischen Endemiten *Caragana stenophylla*, *C. microphylla*, *Cymbaria*, *Potaninia*, *Brachanthemum gobicum*, *Ajania* (= *Tanacetum*) *trifida* u.a.

7c die Mongolisch-Altaische, die den mongolischen und den Gobi-Altai umfaßt (vgl. Abb. 223 auf S. 286).

Zum zweiten Gebiet (B₂) gehört die Mandshuro-Nordwestchinesische Waldsteppen- oder Wiesensteppen-Provinz (8), die auf S. 221 be-

sprochen wird. LAVRENKO unterscheidet zwei Unterprovinzen:

8a die Sungarische Niederungswaldsteppen-Unterprovinz im Einzugsgebiet des Sungari-Flusses und

8b die Süd-Hingan-Gebirgswaldsteppen-Unterprovinz mit Wäldern aus *Larix dahurica* und *Betula platyphylla* an Nordhängen und ostasiatischen Wäldern aus *Quercus mongolica*, *Tilia mongolica* und *Pinus tabulaeformis* an den Südhängen. Genauere Angaben fehlen, doch rechnen die chinesischen Autoren dieses Teilgebiet zur Waldsteppe.

Die Schensi-Kansu-Waldsteppen- und Steppenprovinz (9) reicht weit nach Süden bis Lantschou. Es ist ein altes Ackerbauggebiet mit sehr kleinen Resten der ursprünglichen Vegetation und starker Zerschlungung des Lößplateaus durch Bodenerosion. Die Grenze zwischen Waldgebiet und Steppe ist infolgedessen schwer zu ziehen. Die Wälder bestanden ursprünglich aus ostasiatischen Arten (*Quercus liaotungensis*, *Pinus tabulaeformis*, *P. bungeana* mit *Biota orientalis* u.a.), während man in den Steppen mehr zentralasiatische Arten findet, wie verschiedene *Artemisia*-Arten, *Aneurolepidium dasytachys*, *A. chinensis*, *Cleistogenes squarrosa*, *Stipa bungeana*, *S. grandis*, aber auch *Calamagrostis epigeios* und *Andropogon* (*Bothriochloa*) *ischaemum*; dazu kommen die Kräuter *Lespedeza dahurica*, *Astragalus melilotoides*, *A. adsurgens* und als verbreiteter Strauch *Caragana korshinskii*. LAVRENKO (zit. S. 225) nennt für die Lößhügel nördlich von Lantschou *Stipa breviflora*, *S. bungeana*, *Cleistogenes songorica*, *Tanacetum fruticulosum*, *Reaumuria songorica*, *Zygophyllum mucronatum*, *Convolvulus ammannii* u.a., die uns noch in den zentralasiatischen Wüsten begegnen werden.

Diese hier angeführte Einteilung nach LAVRENKO entspricht weitgehend der von MEUSEL mit JÄGER und WEINERT in ihrer «Vergleichenden Chorologie der zentraleuropäischen Flora» (Jena 1965) gegebenen, wenn auch in gewissen Einzelheiten kleinere Abweichungen vorhanden sind und andere Bezeichnungen verwendet werden.

Wir fügen die Arealkarten einiger typischer Geoelemente bei (Abb. 135–137).

Außer den Blütenpflanzen spielen in der Steppe auch die Niederer Pflanzen eine gewisse Rolle. Meist ist eine Bodenschicht aus Moosen vorhanden z.B. *Thuidium abietinum*, *Tortula* (*Syntrichia*) *ruralis*, bzw. *T. desertorum*. Sie ist

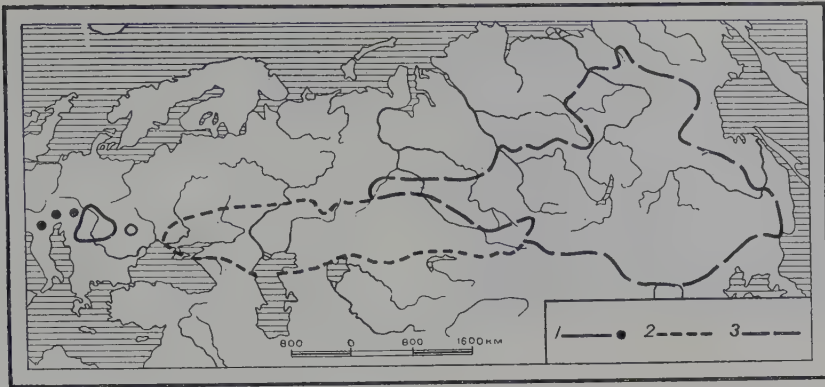


Abb. 135. Typische Areale von Steppenarten: 1 *Carex stenophylla* (pannonisches Geoelement, 2 *C. uralensis* (pontisch-kasachisches Geoelement), 3 *C. duriuscula* (sibirisch-mongolisches Geoelement). Aus Descr. Veget. URSS.

umso besser entwickelt, je geringer der Deckungsgrad der krautigen Arten in den südlichen Steppen ist; zu der *Tortula desertorum* gesellen sich dort auch Wanderflechten (*Parmelia ryssolea*, *P. vagans*) und Bodenkrustenflechten (*Diploschistes scruposus*) oder Gallertalgen (*Stratonostoc commune*).

Für viele Steppen mit einer reichen Nagerfauna ist eine Mosaikstruktur der Pflanzendecke bezeichnend, weil auf den durch die Nager gestörten Flächen sich vegetativ vermehrende Arten ansiedeln, wie *Artemisia austriaca*, *Agropyrum repens*, *Aneurolepidium ramosum* u. a. Besonders stark wird die Pflanzendecke gestört,

wenn die Nager große Bauten errichten (Abb. 144), die zwischen wenigen m^2 bis mehreren $10 m^2$ schwanken. Auch die immer wieder auftretenden Dürrejahre oder Dürrejahrzehnte rufen vorübergehende Veränderungen der Pflanzendecke hervor; die *Stipa*-Arten entwickeln sich dann sehr schwach. In feuchten Jahren nehmen oft annuelle Arten (*Eragrostis minor*) oder bienne (*Melilotus officinalis*, *Artemisia scoparia*) überhand.

Im einzelnen kann man verschiedene Steppentypen unterscheiden:

1. Wiesensteppen der Waldsteppe, die noch ziemlich mesophil sind mit *Stipa ioannis*, *S. steno-*

Abb. 136. Areal von *Stipa kirghisorum* (kasacho-mittelasiatisches Geoelement). Aus Descr. Veget. URSS.

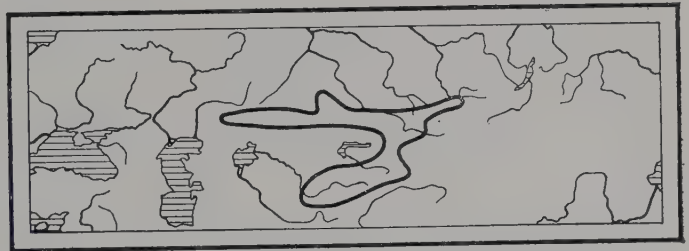
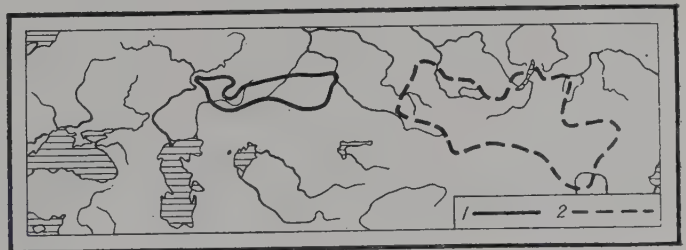


Abb. 137. Areale: 1 des transwolga-kasachischen Geoelements *Stipa korshinskyi* und 2 der dahuro-mongolischen Gattung *Panzeria* (*Lycium*). Aus Descr. Veget. URSS.



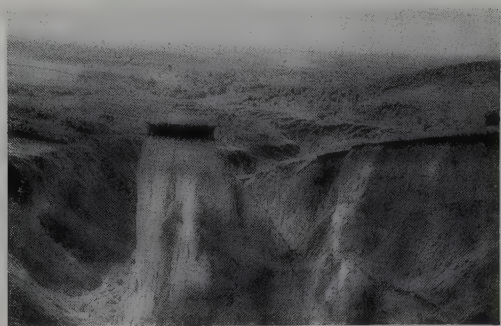


Abb. 138. Das 1,5 m mächtige Schwarzerdeprofil ist an der nach Backierung und Bodenerosion in den tiefen Schluchten stehengebliebenen Erdpyramide deutlich zu erkennen. Wiesensteppenzone südl. Kremenchug (Foto H. WALTER). Im Hintergrund der Dnjepr.

phylla, *S. capillata* und *Festuca sulcata*, sowie Wiesenarten (*Poa pratensis*, *Filipendula hexapetala*, *Trifolium montanum*, *Salvia pratensis* u. a.). Zu ihnen gehören auch die transbaikalischen Steppen mit *Tanacetum sibiricum*.

2. *Echte Federgrassteppen* mit *Stipa capillata*, *S. lessingiana*, *S. rubens*, *S. ucrainica*, sowie außer *Festuca sulcata* auch *Helictotrichon desertorum*, *Agropyrum pectiniforme*, *A. cristatum*, und in Sibirien *Cleistogenes*. Unter diesen Steppen unterscheidet man die weniger trockenen krautreichen, die nur im westlichen Teil bis zum Altai vorkommen, und die trockenen krautarmen, denen im östlichsten Teil die Ephemerer fehlen.
3. *Wermut-Steppen*, die zur Halbwüste überleiten und außer den oben genannten Grasarten viele Halbsträucher enthalten (*Artemisia*, *Kochia* und *Pyrethrum*). Ihr Deckungsgrad ist gering, so daß die Ephemerer, sowie die Moose und Bodenflechten eine große Rolle spielen.
4. *Strauch-Steppen*, die von Kasachstan bis in die Mongolei auf sandigen und schuttreichen Böden verbreitet sind. Strauchförmige *Caragana*-Arten sind in ihnen zwischen den Gräsern gleichmäßig über die Fläche verteilt. Man darf diese Steppen nicht mit solchen verwechseln, in die an günstigen Standorten (Schluchten) lokal dichtere Gebüsche aus *Amygdalus*, *Cerasus*, *Prunus*, *Spiraea*, *Caragana* u. a. eingestreut sind.
5. *Thymus-Steppen* auf steinigten Hängen mit Halbsträuchern (*Thymus*, *Teucrium*, *Scutella-*

ria, *Ziziphora*). Sie leiten zu Stein- und Felsfluren über.

Die letzten 2 Typen gehören nicht zur zonalen Vegetation.

Dazu kommen verschiedene Steppentypen, die für Mittelasien mit einem fast subtropischen Klima, bzw. für die dortigen Gebirge typisch sind.

Nach diesem allgemeinen Überblick wollen wir zunächst die Vegetationsverhältnisse der westlichen osteuropäischen Steppen in der Ukraine ausführlich behandeln und halten uns dabei an die Einteilung, die KLEOPOV seiner Vegetationskarte zugrunde legte. Da die Erläuterungen zu dieser Karte (vgl. S. 139) u. W. noch nicht veröffentlicht wurden und sie die genaueste Gliederung der Steppenvegetation Osteuropas darstellen, werden sie in den folgenden Abschnitten 2–9 zusammenfassend, aber doch ausführlicher besprochen¹.

Das Einteilungsprinzip ist kein floristisches, sondern ein ökologisches.

Nach der Feuchtigkeit des Klimas werden zunächst drei Steppenunterzonen unterschieden:

- 1) die nördliche Wiesensteppe im Bereich der Waldsteppe (Abschn. 2),
- 2) die krautreiche Federgrassteppe (Abschn. 4),
- 3) die südliche krautarme Federgrassteppe (Abschn. 5).

Diese Zonen werden jeweils charakterisiert durch hygrophile, mesophile und xerophile Steppenarten.

Jede der drei genannten großen Steppenunterzonen wird ebenfalls nach dem Feuchtigkeitsgrad nochmals unterteilt und zwar jeweils in eine feuchtere, mittlere und trockenere Variante.

Weitere Varianten werden durch die westliche oder östliche Lage, durch Besonderheiten des Reliefs und der Böden, sowie die Höhenlage bedingt.

Ganz im Süden der Ukraine, auf die Nordkrim übergreifend, werden noch die halbwüstenähnlichen Wermut-Steppen ausgeschieden.

Wie bereits erwähnt, läßt sich zwischen echten Wiesen und den hygrophilen Wiesensteppen keine scharfe Grenze ziehen. Einzelne Steppenelemente gehen an günstigen Standorten sehr weit nach Norden in die Waldzone hinein und sind dort wohl als Relikte der postglazialen Wärmezeit zu betrachten.

¹ Über die Steppen im Gebiet Woronesch hat B. KELLER (1926) eine kurze Übersicht in deutscher Sprache gegeben.

Im Gebiet von Twer findet man typische Stepppflanzen wie *Festuca sulcata*, *Phleum phleoides*, *Veronica spicata*. An Südhängen im Gebiet von Luga, Pleskau und Nowgorod wurden *Filipendula hexapetala*, *Libanotis montana*, *Oxytropis pilosa*, *Hieracium echinoides* u. a. gefunden. An den Ufern der nördlichen Dwina und Pinega treffen an benachbarten Standorten in verschiedener Exposition Steppenelemente wie *Anemone sylvestris*, *Astragalus danicus*, *Delphinium elatum*, *Scorzonera austriaca*, *Senecio campestris* und *Thalictrum minus* unmittelbar mit arktisch-alpinen Elementen zusammen, wie *Alsine verna*, *Arctous alpina*, *Dryas octopetala*, *Phleum alpinum*, *Poa alpina*, *Salix reticulata* u. a.

Von der ursprünglichen Vegetation sind in dem fruchtbaren und zum größten Teil dicht besiedelten und intensiv landwirtschaftlich genutzten Gebiet der Ukraine nur geringe Reste verblieben. Das gilt insbesondere für die Steppe, die heute fast reines Ackerland mit einigen beweideten Flächen ist. Zur Rekonstruktion der

ursprünglichen Vegetation wurde deshalb von KLEOPOV die sehr genaue Bodenkarte von MACHOV verwendet. Die Bodentypen lassen sich noch einwandfrei erkennen, selbst wenn der Boden beackert und der oberste Teil des Profils infolge von Bodenerosion abgetragen wurde (Abb. 138). An Hand von noch vorhandenen Resten der ursprünglichen Vegetation ließ sich folgender Parallelismus zwischen Bodentypen und Vegetationseinheiten feststellen und danach die frühere Verbreitung dieser Einheiten ermitteln. (Tab. 14)

Von der großen MACHOVschen Bodenkarte bringen wir auf Abb. 139 eine stark vereinfachte Darstellung, um eine ungefähre Vorstellung von der Verteilung der Bodentypen zu geben. Die Unterschiede der Bodenprofile sind aus der Abb. 140 zu ersehen. Die Gliederung der Vegetation in der Waldsteppenzone zeigt das Schema auf Abb. 141.

Tab. 14: Beziehungen zwischen Bodentypus und Vegetation (nach KLEOPOV)

I. Waldsteppenzone	
Bodentypus	Vegetationseinheit
Podsoliierte Waldböden auf Löß	Laubwälder
a) Hellgraue und Graue Waldböden, frischere und trockenere	Carpineto-Nemoretum, im Osten Nemoretum aegopodiosum und caricopilosum
b) Degradierete Schwarzerde und deren südliche Variante	Gebüschreicher Eichenwald (<i>Quercetum fruticosum</i>) und Eichen-Schlehengebüsch
Schwarzerde	Wiesensteppen
a) Nördliche Schwarzerde	Feuchte, krautreiche Wiesensteppen
b) Mächtige Schwarzerde	Typische Wiesensteppe
Moorböden	Moorgesellschaften
a) stark alkalischer Flachmoortorf	Großseggenmoore und Röhricht
Salzböden	Salzwiesen
a) Sodawiesen-Solontschak	Feuchte hemihalophile Wiesen
b) Soda-Krustensolonez	Trockenere hemihalophile Wiesen
II. Steppenzone	
Schwarzerde	Stipa-Steppen
a) Gewöhnliche Schwarzerde (nördliche, typische und südliche Variante)	Krautreiche Stipeten (hygro-, meso- und xerophile krautarme <i>Stipa</i> -Steppe)
b) Kastanienerde, schwach solonzierte Schwarzerde	Trockene, krautarme <i>Stipa</i> -Steppe
III. Wermutsteppenzone	
Salzböden	Halbwüstengesellschaften
a) stark solonzierte Kastanienerde	<i>Artemisia</i> - <i>Stipa</i> -Steppen
b) Chlorid-Sulfat-Solontschak und Krustensolonez im Komplex mit Säulensolonez	Nasse und trockene Halophytengesellschaften in mosaikartiger Durchdringung.



Abb. 139. Bodentypenkarte des Steppengebietes von Osteuropa und der angrenzenden Waldgebiete. P = Pod (Senken ohne oberirdischen Abfluß in der Steppe), S = Salzböden (Solontschak). Aus WALTER 1960, Phytologie III/1.

2. Die Wiesensteppen (Festuceto-Herbetea)

a) Die nördlichsten feuchten Wiesensteppen (Agrostideto-Festuceto-Herbetum)

Diese kommen in der nördlichsten Waldsteppe auf der nördlichen (ausgelaugten) Schwarzerde vor und grenzen unmittelbar an Polesien an. Man findet sie auch zerstreut auf der Wolynischen Lößinsel. Heutzutage sind sie allerdings fast verschwunden; nur Reste auf nicht kultivierten Hängen und Fragmente auf Lichtungen inmitten von Eichenwäldern sind übriggeblieben.

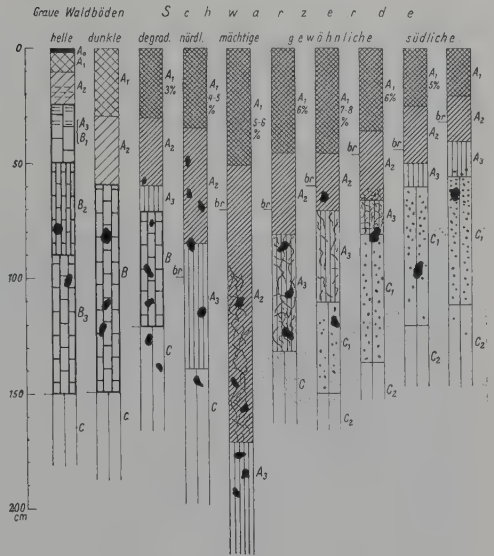
Die allgemeine floristische Zusammensetzung ist folgende:

Wiesenelemente: *Festuca rubra*, *F. pratensis*, *Briza media*, *Trifolium pratense*, *Rumex acetosella*, *Viscaria vulgaris*, *Silene nutans*, *Veronica chamaedrys*, *Leucanthemum vulgare*, *Centaurea jacea*; in Senken: *Linum catharticum*, *Alectorolophus major*, *Anthoxanthum odoratum*.

Hygrophile Steppenelemente; *Stipa ioannis*, *Poa angustifolia*, *Phleum phleoides*, *Agrostis tenuifolia*, *Filipendula hexapetala*, *Cerasus fruticosa*, *Trifolium alpestre*, *T. montanum*, *Cytisus ruthenicus*, *C. austriacus*, *Linum perenne*, *Galium verum*, *Senecio campester* (Abb. 442, S. 612 bei WALTER 1968).

Anzeiger von leichtem Boden sind: *Anthericum ramosum*, *Potentilla rubens*, *P. alba*, *Geranium sanguineum*.

Abb. 140. Schematische Darstellung der Bodenprofile in der Waldsteppen- und Steppenzezone Osteuropas (westl. vom Dnjepr) von Norden nach Süden. Prozentzahlen = Humusgehalt des A_1 ; br = Aufbrausungshorizont; geschlängelte Linien = Schimmelkarbonate (Pseudomycelien); kleine Punkte = Kalkaugen (Bjeloglaski); große schwarze Flecken = Krotowinen (alte Zieselbauten); horizontal gestrichelt = Plättchenstruktur beim Waldboden. (Aus WALTER 1960, Phytologie III/1.)



neum, *Peucedanum oreoselinum*, *Dracocephalum ruyschiana*, *Asperula tinctoria*.

Moose: *Thuidium abietinum*, *Brachythecium glareosum*, *Mnium cuspidatum*.

Es kommen auch Vertreter der mehr südlichen Steppenzezone vor, z.B. die mesophilen Steppenelemente: *Linum flavum*, *Vicia tenuifolia*, *Lathyrus pannonicus*, *Eryngium campestre*, *Echium rubrum*, *Salvia nemorosa*. Dagegen wächst die xerophile *Stipa capillata* nur extrazonal an Südhängen.

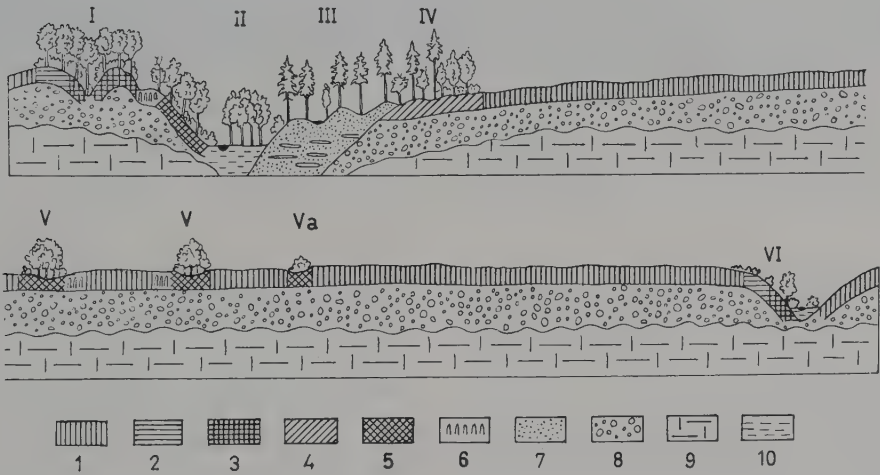


Abb. 141. Beziehungen zwischen Vegetation, Boden und Relief in der Waldsteppenzone (nach TANFILIEV und MOROSOV, stark verändert; aus WALTER 1968). 1 Tiefgründige, schlecht drainierte Schwarzerdeböden in ebener Lage mit einer Wiesensteppenvegetation; 2 degradierte Schwarzerden und 3 hell-graue Waldböden, beide gut drainiert; 4 besser durchlässige sandig-lehmige Waldböden; 5 dunkel-graue Waldböden, Podsoloböden; 6 Solonez auf ebenen Terrassen oder um abflußlose Senken mit Soda-Anreicherung; 7 Fluvio-glaziale Sande; 8 Moränen-Ablagerungen oder lößartige Lehme; 9 Präglaziale Schichten; 10 Alluvium in den Flußtälern.

I Eichenwaldkomplexe auf gut entwässerten Erhebungen oder in Hanglage, II Auenwälder aus Eichen u.a., III Kiefernwälder auf armen Sanden mit einem *Sphagnum*-Moor in der nassen Senke, IV Kiefern-Eichenwälder auf lehmigen Böden, V Espenhain in kleinen Senken (Pods), in denen sich im Frühjahr das Schmelzwasser sammelt und langsam versickert (Böden im zentralen Teil ausgelaugt), Va desgl., aber nur mit Weidengebüsch, VI Schlucht-Eichenwald, am oberen Rand mit Steppenbusch.



Abb. 142. Wiesensteppe im Woronesh-Gebiet (Foto von B. KELLER vor 50 Jahren). Mitte-Mai-Aspekt: *Trifolium montanum* (weiße Köpfchen), *Campanula simplex* (Einzelblüten), *Plantago media* (Ähren); außerdem *Achillea setacea*, *Draba repens*, *Filipendula hexapetala*, *Galium verum*, *Potentilla opaciformis*, *Thymus marschallianus*. Von Gräsern viel *Bromus riparius* (= *erectus* s.l.) und zerstreut *Stipa ioannis* sowie *S. stenophylla*, deren federigen Grannen deutlich sichtbar sind (insgesamt 100 Arten auf 550 m²).

Varianten des *Agrostideto-Festuceto-Herbetum*.

1. Wolynische Variante zusammen mit *Carietum humilis*, *Stipetum capillatae*-*Andropogonetum* und *Festucetum salviosum*.

Früher war diese Variante im Gebiet des «Kleinen Polesiens» auf den einzelnen kleinen Löß-erhebungen mit Schwarzerde und im Gebiet der Wolynischen Lößinsel verbreitet (z.B. bei Rowno). Heute sind Fragmente nur auf Hängen erhalten geblieben.

Auf Nordhängen findet man reine Wiesengesellschaften; auf Südhängen *Carex humilis*, *Festuca vallesiaca*, *Potentilla arenaria*, *Pimpinella saxifraga*, *Medicago falcata*, *Salvia pratensis*, *Scabiosa ochroleuca*, *Campanula sibirica*, *Artemisia campestris*, *Koeleria gracilis*, *Silene otites*, *Onobrychis viciaefolia*, *Veronica spicata*, *Verbascum phoeniceum*, *Nonnea pulla*, *Salvia nutans*, *Prunella grandiflora*, *Centaurea rhenana*, *Helichrysum arenarium* u. a.

Besonders interessant ist ein unter Naturschutz stehender Hügel bei Rowno, auf dem viel *Cerasus*

fruticosa wächst und außer den bereits genannten Arten auch solche Steppenelemente vorkommen wie *Stipa ioannis*, *Iris furcata*, *Sisymbrium junceum*, *Astragalus onobrychis*, *Trinia henningii*, *Echium rubrum*, *Campanula bononiensis*, *Jurinea arachnoidea*, *Aster lino-syris*, *Scorzonera purpurea*.

An sehr warmen Hängen wächst *Stipa capillata*, auf steinigten Standorten viel *Salvia nemorosa* und *S. verticillata*. Als Folge von Beweidung breitet sich *Andropogon ischaemum* aus.

2. Kiewsche Variante zusammen mit halbalophilen Gesellschaften abflußloser Senken.

Sie ist westlich von Nowograd-Wolynsk, bei Schepetowka und Starokonstantinow und im Belaja Zerkow-Gebiet verbreitet. Die nördlichen Schwarzerden zeichnen sich hier durch einen sehr hoch liegenden Aufbrausungshorizont aus, der wohl durch einen hohen Grundwasserstand in dem fast ebenen Gelände bedingt wird. Die Wiesensteppen gehen deshalb unmittelbar

in feuchte, leicht verbrackte Gesellschaften der kaum merklichen Senken über mit *Carex distans*, *Potentilla anserina*, *Trifolium fragiferum* u.a. Sind die Senken tiefer, so schließen sich daran *Scirpus maritimus* und echte Sumpfgesellschaften an.

3. Konotop-Variante im Komplex mit Wiesen und Sumpfwiesen in Senken.

Hier, ostwärts des Dnjeprs, fehlen die in der vorigen Variante noch vorkommenden mehr westlichen Elemente wie *Thymus loevyanus*, *Pedicularis kauffmannii* und *Dianthus membranaceus*. Die Ebene zeigt ein deutliches Mikrorelief, wodurch die Pflanzendecke eine komplexe Zusammensetzung annimmt. Kümmerliche Reste der ursprünglichen Wiesensteppen findet man nur auf prähistorischen Grabhügeln (Kurganen), Friedhöfen und an Waldrändern.

b) Die typischen Wiesensteppen

(Mesofestuceto-Herbetum), Abb. 142

Diese Wiesensteppen waren die wichtigsten Steppengesellschaften der gesamten Waldsteppenzone. Ihre frühere Verbreitung entspricht dem Vorkommen der mächtigen Schwarzerde.

Über die floristische Zusammensetzung ist folgendes zu sagen:

Es überwiegen die Steppen-Ubiquisten *Festuca sulcata* und *Koeleria gracilis* und daneben die hygrophilen Steppenelemente, wie: *Stipa ioannis*, *Phleum phleoides* (= *boehmeri*), *Avena pubescens*, *Agrostis tenuifolia*, *Poa angustifolia*, *Carex humilis*, *Trifolium montanum*, *T. alpestre*, *Arenaria graminifolia*, *Pedicularis comosa*, *Galium verum*, *Prunus spinosa*, *P. fruticosa*, *Cytisus ruthenicus*, *C. austriacus* u.a. Wiesenelemente wie *Trifolium pratense* und *Salvia pratensis* treten zurück. Von südlichen Steppenelementen sind zu den unter a genannten noch folgende hinzuzufügen: *Hyacinthella leucophaea*, *Melandryum viscosum*, *Astragalus onobrychis*, *Asperula glauca*, *Jurinea arachnoidea*; ostwärts vom Dnjepr noch *Astragalus austriacus*, *Oxytropis pilosa*, u.a. *Stipa capillata* findet man auch auf Plateaustandorten, jedoch tritt sie wenig hervor. Mehr als Relikte der Wärmezeit sind zu betrachten: *Crambe tatarica*, *Onosma tinctorium*, *Phlomis pungens*, *Salvia nutans*, *Aster villosus*. Unter den Moosen kommt neben *Thuidium abietinum* und *Brachythecium glareosum* auch *Tortula ruralis* vor.

Die jahreszeitliche Aspektfolge dieser Steppe hat ALECHIN für die weiter östlich liegende Strelz-Steppe (Gebiet Kursk) beschrieben (vgl. H. WALTER, 1968, S. 610–613).

Unter den typischen Wiesensteppen können wir wieder mehrere Varianten unterscheiden:

1. Podolische Wiesensteppe mit westlichen Elementen zusammen mit *Carex humilis*, *Stipa capillata* und *Andropogon ischaemum*-Gesellschaften an trockenen Hängen.

Das Waldsteppengebiet von Podolien war ursprünglich sicher stark bewaldet. Auch klimatisch wird hier der Wald begünstigt. Wenn trotzdem ursprünglich weite Flächen mit Steppenvegetation bedeckt waren, so ist das nach Ansicht KLEPOV's historisch zu erklären. Die Podolische Platte ist in Hebung begriffen und besitzt ein ebenes Relief. Sie war ursprünglich stark versumpft; durch die Hebung ist das Gelände trockener geworden. Die schon früher erhöhten Teile mit ausgelaugten Böden wurden darauf rasch vom Wald besiedelt, die Niederungen dagegen mit vergleiten und durch Karbonate leicht verbrackten Böden sind für eine Bewaldung nicht geeignet. Hier entwickelten sich nach der Hebung Wiesensteppen.

Südlich von Proskurow findet man auf entblößten Kalk- und Gipsablagerungen ein sehr interessantes Caricetum humilis mit vielen Reliktarten (*Minuartia setacea*, *Helictotrichon desertorum*, *Gypsophila fastigiata*, *Schiverekia podolica*) oder ein Seslerietum heufflerianae.

Was die Zusammensetzung der eigentlichen Wiesensteppen anbelangt, so handelte es sich nach GRINJ hauptsächlich um eine Gesellschaft von *Festuca sulcata* mit *Salvia pratensis* und *Thymus pulegioides* mit den bereits für diese Wiesensteppen angegebenen Arten.

2. Kiewsche Wiesensteppen mit einer geringeren Zahl von westlichen Elementen zusammen mit *Stipa capillata*- und *Andropogon ischaemum*-Gesellschaften.

An Stelle der ausgedehnten Wiesensteppen auf mächtiger Schwarzerde sind in diesem Gebiet Weizen-, in geringem Umfange Roggen- und Gerstenfelder sowie technische Kulturen, besonders Zuckerrüben, getreten. Der einzige verbliebene Steppenrest 6–7 ha groß sind die «Paliwy Burty» – eine türkische Festung.

Die Dominanten sind hier *Festuca sulcata*, *Pedicularis comosa*, *Salvia pratensis*, *Thymus loevyanus* und in der Moosschicht *Thuidium abietinum*. Der Deckungsgrad der Gesamtvegetation ist 90 %, die Artenzahl 27 auf einem m². Konstanten sind außer den genannten Arten: *Ranunculus polyanthemus*, *Verbascum phoeniceum*, *Poa bulbosa*, *P. angustifolia*, *Arenaria graminifolia*, *Trifolium pratense*, *Plantago major*, *Lotus corniculatus*, *Achillea setacea*, *Taraxacum serotinum*. Häufige Arten sind: *Potentilla arenaria*, *Campanula bononiensis*, *Hieracium cymosum*, *Knautia arvensis*,

Koeleria gracilis, *Fragaria viridis*, *Trifolium montanum*, *Polygala comosa*, *Viola ambigua*, *Salvia nemorosa*, *Galium verum* u.a.

Im Frühlingsaspekt sind am auffallendsten *Gagea erubescens*, *Potentilla arenaria* und *Hyacinthella leucophaea*. Anfang Juni steht die Wiesensteppe in voller Blüte, die Zahl der blühenden Arten ist sehr groß, doch herrschen vor: die gelben *Pedicularis comosa*, *Ranunculus polyanthemus* und *Hieracium cymosum*, dazwischen die blauen *Salvia pratensis* und die hohen dunkel-violetten Kerzen von *Verbascum phoeniceum*; eingestreut sind die dunklen Körbchen der *Jurinea*, die weißen Rispen der *Arenaria* und des *Melandryum viscosum*, die rosa Nelken (*Dianthus capitatus*), *Trifolium pratense* und *Thymus glabrescens* (= *loevyanus*), dazwischen die Ähren von *Plantago media* und die Grasrispen von *Festuca sulcata*, *Koeleria gracilis* und *Poa pratensis*. In tieferen Teilen erkennt man die Köpfchen von *Trifolium montanum*, in Senken ist *Ranunculus polyanthemus* und *Stellaria graminea* häufiger und es treten auf *Rumex acetosa*, *Myosotis intermedia*, *Valeriana officinalis*, *Dactylis glomerata* und *Festuca pratensis*, dazu kommen Moose (viel *Mnium spec.*).

Westlich des Dnjeprs befinden wir uns schon im Grenzbereich der westlichen Steppen. Die Wiesensteppen sind gegenüber den weiter ostwärts liegenden schon deutlich verarmt und es fehlen ihnen auf Plateaustandorten viele Steppenelemente, die ostwärts des Dnjeprs auftreten. *Stipa stenophylla* kommt nicht vor. Nur *St. ioannis* tritt vereinzelt auf.

Es fehlen *Bromus riparius* und *Carex humilis*, *Oxytropis pilosa*, *Astragalus austriacus*, *Trinia henningii*, *Salvia nutans* (diese nur an Südhängen), *Helictotrichon schellianum*, *Valeriana dubia*, *Campanula simplex*, *Artemisia laciniata*, *A. latifolia*, *A. armeniaca*. Auch alle für leichtere Böden bezeichnenden Arten in den östlichen Steppen meiden hier den tonigen Steppboden und finden sich westlich des Dnjeprs in Eichen-Kiefernwäldern (*Carex caryophyllea*, *Thesium ebracteatum*, *Anemone patens*, *Potentilla alba*, *P. rubens*, *Geranium sanguineum*, *Pulmonaria angustifolia*, *Draccephalum ruyschiana*, *Galium boreale*, *Antennaria dioica*).

3. Wiesensteppen des Sumy-Gebietes mit *Carex humilis* und östlichen Elementen.

Die floristischen Unterschiede gegenüber den Wiesensteppen westlich des Dnjeprs wurden bereits erwähnt.

Erhalten geblieben sind hier die Michailowsche Ursteppe westlich des Flusses Psjol. Sie um-

faßt etwa 250 ha und wurden von LAWRENKO und Sos beschrieben. Größere Teile sind sumpfig und z.T. leicht verbrackt. Die Dominanten der Wiesensteppen sind *Festuca sulcata* mit *Stipa capillata*, *Galium verum*, *Salvia nutans* und dem Moos *Tortula ruralis*. Die Deckung erreicht 80–95%, die Artenzahl 18–28 auf einem m², 50–57 auf 100 m². An leichten Hängen kommen *Carex humilis* und *Agrostis tenuifolia* vor. Die Aspektfolge wird von Sos folgendermaßen angegeben:

I *Bulbocodium ruthenicum*, *Gagea*-Arten.

II *Hyacinthella*, *Carex humilis*, *Iris flavissima*.

III (Anfang Juni) *Salvia pratensis*, *Pedicularis comosa*, *Veronica prostrata*, *Avena pubescens*, *Stipa ioannis*.

IV *Galium verum*, *Lotus corniculatus*, *Salvia nutans*, *Asperula cynanchica*, *Campanula sibirica*.

V Nicht genauer beschrieben; es herrschen wohl *Stipa capillata* und *Odontites lutea* vor.

In der Ebene sind kleine abflußlose Senken (Durchmesser 10–25 m) und an deren Hängen ein Gebüsch mit *Rosa dumetorum*, *Prunus spinosa*, *Pyrus communis*, *Euphorbia procera*, *Veratrum nigrum*. In den Senken findet man eine triviale Wiesenvegetation. Auf die versumpften Niederungen wollen wir nicht näher eingehen.

Als Relikte kommen auch hier südliche Steppenelemente vor, wie *Crambe tatarica*, *Phlomis pungens* u.a. Gegenüber den nördlichen hygri-schen Wiesensteppen ist die Artenzahl auf 75 gestiegen. *Bulbocodium*, *Hyacinthella*, *Allium flavescens*, *Hesperis tristis*, *Amygdalus nana*, *Lathyrus pannonicus*, *Onosma echinoides*, *Salvia nutans*, *Jurinea arachnoidea* und viele andere findet man weiter im Norden nicht.

c) Die trockenen Wiesensteppen (*Xerofestuceto-Herbetum*)

Diese Steppen nahmen früher große Flächen in der südlichsten Waldsteppenzone ein und zogen sich mit Unterbrechungen über Kirowograd-Smjela-Poltawa zum Donez hin. Sie sind an die südliche Variante der mächtigen Schwarzerde, die schon zur gewöhnlichen hinneigt, gebunden.

Die charakteristische Zusammensetzung ist nach KLEPOV und LAVRENKO folgende:

Es dominieren unter den Gräsern neben *Festuca sulcata* und *Koeleria gracilis* die hygrophilen Steppen-gräser *Stipa ioannis*, *Phleum phleoides* und *Poa angustifolia*, auch mesophile, wie *Stipa dasyphylla*, *Agro-*

pyrum intermedium typicum, dazu *Stipa capillata*. Unter den Kräutern findet man neben den hygrophilen, bereits früher genannten Steppenelementen auch mesophile wie *Adonis vernalis*, *Clematis integrifolia*, *Silene chersonensis* und *Euphorbia glareosa*. Von südlicheren mesophilen Kräutern sind zu nennen: *Crocus variegatus*, *Dianthus andrzejkowskianus*, *D. campestris*, *Astragalus dasyanthus*, *A. austriacus*, *Carduus hamulosus*, *Carex supina*, *Phlomis pungens*, *Centaurea orientalis*. Von Sträuchern kommen vor: die hygrophileren *Prunus spinosa*, *P. fruticosa*, *Cytisus austriacus*, sowie die mesophilen *Amygdalus nana* und *Spiraea crenifolia*; von Moosen *Brachythecium glareosum* und *Tortula ruralis*.

Im allgemeinen treten die Federgräser noch zurück. Ursteppe ist nirgends erhalten. Die verbliebenen Fragmente erlauben es nicht, die einzelnen westlichen und östlichen Varianten zu unterscheiden.

Auf stark erodierten Böden stellt sich *Andropogon ischaemum* ein.

Eine gewisse Abweichung zeigen die trockenen Wiesensteppen mit Anzeichen einer früheren Verbrackung.

Diese lagen auf den breiten Lößterrassen des linken Dnjeprufers im Bereich der trockeneren Wiesensteppen der südlichen Waldsteppenzone. Der Boden ist hier mächtige Schwarzerde mit Anzeichen einer früheren Verbrackung. KLEOPROV nimmt an, daß dieses Gebiet ursprünglich von den Schmelzwässern des Würmgletschers überschwemmt wurde. Nach dem Abtrocknen gingen die versumpften Böden in verbrackte über, die sich dann nach Entsalzung zu Schwarzerden entwickelten. Die Steppen sind also hier hydrogenen Ursprungs.

Die floristische Zusammensetzung dieser Steppen entsprach, soweit man nach den Resten urteilen kann, den oben besprochenen. Infolge des leichteren Bodens der Terrassen kommen jedoch *Potentilla arenaria*, *Sedum maximum*, *Veronica incana*, *Helichrysum arenarium*, *Jurinea cyanooides* häufig vor. Der hydrogene Ursprung wird angezeigt durch *Eryngium planum* und *Odontites serotina*. In den Senken stellt sich eine hemihalophile Wiesenvegetation ein.

3. Die Unkrautgesellschaften der Waldsteppe

Mit den Laubwäldern und den Wiesengesellschaften haben wir die natürliche Pflanzendecke der Waldsteppenzone besprochen. Wie wir aber

wiederholt betonten, sind von dieser Vegetation nur ganz geringe Reste verblieben. Sowohl die früher von den Wäldern eingenommene Fläche als auch in erhöhtem Ausmaße die frühere Steppenfläche ist heute in Acker umgewandelt und zwar so gründlich, daß es die größten Schwierigkeiten bereitet, ein richtiges Bild von der natürlichen Steppenvegetation zu erhalten.

Mit den Kulturpflanzen der Äcker sind auch die Unkräuter in das Gebiet eingezogen. Es wäre nun aber völlig abwegig anzunehmen, daß die Unkräuter sich wahllos über das ganze Gebiet ausbreiten. Wie eine jede Pflanze, so unterliegen auch sie der Einwirkung der klimatischen und edaphischen Faktoren und auch sie weisen eine ökologische Gesetzmäßigkeit in ihrer Verbreitung auf. Nur brauchen die Zonen und Unterzonen der natürlichen Vegetation nicht in gleicher Weise als Grenze für die Verbreitung der Unkräuter zu dienen. Vielmehr besitzt die Unkrautvegetation eine eigene räumliche Gliederung, die nur im allgemeinen Verlauf der Grenzen der natürlichen Vegetationsgliederung folgt.

Für die Brachäcker der Waldsteppe, insbesondere bei mehrjähriger Brache sind besonders bezeichnend *Carduus nutans*, *C. acanthoides*, *Verbascum lychnitis*, *V. phlomoides*, *V. thapsiforme*.

Unkrautarten, die nur der Waldsteppe eigen sind, gibt es nicht.

Vorwiegend in dieser Zone kommen vor: *Matricaria inodora*, *Cerastium arvense*, *Daucus carota*, *Euphorbia helioscopia*, *Myosotis intermedia*, *Camelina pilosa*, *Chenopodium rubrum*, *Ch. polyspermum*, *Sinapis alba*, *Eruca sativa*. Den Hauptanteil in der Unkrautflora haben in der Waldsteppe folgende mehrjährige Unkräuter:

Agropyrum repens, *Cirsium arvense*, *Sonchus arvensis*, *Euphorbia virgata*, *Chenopodium album*, *Convolvulus arvensis*, *Erigeron canadensis*, *Amaranthus retroflexus*, *Polygonum convolvulus*, *Setaria glauca*, *Lactuca scariola*, *Polygonum aviculare* u.a. Dazu kommen eine Reihe von in die Steppe eindringenden Arten: *Setaria viridis*, *Eragrostis minor*, *Polychnum arvense*, *P. majus*, *Lepidium draba* und viele weniger verbreitete Arten.

Die Zahl der Steppenarten, die auf die Kulturfläche übergegangen sind und zu Unkräutern wurden, ist recht groß: *Allium rotundum*, *Taraxacum serotinum*, z.T. *Nigella arvensis*, *Stachys recta*, *Medicago falcata*. Die Laubwälder haben überhaupt keine Unkräuter geliefert, nur einige Arten der lichten Eichenwälder und Waldränder treten gelegentlich als Unkräuter auf: *Bunias*

orientalis, *Cerinthe minor*, *Chaerophyllum prescottii*, *Ch. temulum*.

Außer den genannten seien noch weitere in der Waldsteppe verbreitete Unkräuter angeführt: *Linaria ruthenica*, *Brassica campestris*, *Sisymbrium sophia*, *S. sinapistrum*, *Panicum crus-galli*, *Sinapis arvensis*, *Scleranthus annuus*, *Stachys annuus*, *Vicia angustifolia*, *Avena fatua*, *Vicia hirsuta*, *Agrostemma githago*, *Melilotus officinalis*, *Thlaspi arvense*, *Gypsophila muralis* u. a.

Wir wollen anschließend auch gleich die Unkrautflora der nächsten schon echten Steppenzone – der krautreichen Federgrassteppe – besprechen, die viel mit der eben genannten gemeinsam hat.

Es kommen hinzu: *Brassica elongata*, *Sideritis montana* und die lästigen Feldunkräuter *Salsola kali* und *Chondrilla juncea*.

Die in der Waldsteppe so gefährlichen *Agropyrum repens*, *Euphorbia virgata*, *Cirsium arvense* und *Sonchus arvensis* werden nach Süden schon seltener und ziehen sich auf feuchtere Äcker zurück.

In feuchten Jahren vermehren sich stark *Panicum crus-galli* und *Setaria glauca*.

Vorherrschend sind: *Lepidium draba*, *Sinapis arvensis*, *Sisymbrium sophia*, *Thlaspi arvense*, *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Convolvulus arvensis*, *Polygonum aviculare*, *Erigeron canadensis*, *Lactuca scariola*, *Polygonum convolvulus*. Oft findet man in den Äckern Reste der natürlichen Vegetation: *Statice latifolia*, *Salvia nutans*, *Bellevalia sarmatica*, *Muscari racemosum*, *Ajuga laxmannii*, *Centaurea orientalis*, *C. stereophylla*, *Salvia aethiopis*, *Asparagus polyphyllus*; darunter sind auch insbesondere Arten der Felsstandorte: *Xeranthemum annuum*, *Lycopsis orientalis*, *Silene cserei*, *Papaver dubium*, *Thymelaea passerina*, *Conringia orientalis*, *Centaurea diffusa*.

Zu den Unkräutern, die auch Eindringlinge der Steppe sind, kommen hinzu: *Alyssum calycinum*, *A. hirsutum*, *Chorispora tenella*, *Kochia sedoides*, *Adonis aestivalis*.

Weitere häufige Unkräuter der Federgrassteppe sind: *Avena fatua*, *Eragrostis minor*, *Gypsophila muralis*, *Lathyrus tuberosus*, *Linaria ruthenica*, *Melilotus officinalis*, *Polycnemum arvense*, *P. majus*, *Setaria viridis*, *Vicia hirsuta*. Die *Carduus*- und *Verbascum*-Arten werden nach Süden zu allmählich seltener.

Nach diesen kurzen Ausführungen über die Unkrautflora gehen wir nun zu den krautreichen Federgrassteppen selber über.

4. Die krautreichen Federgrassteppen (Herbeto-Stipeta)

Mit den krautreichen Federgrassteppen verlassen wir endgültig die Waldsteppenzone und gelangen in die eigentliche Steppe. Die Grenze zwischen beiden verläuft von Bielcy über Ananjew–Kirowograd–Krementschug – südlich Poltawa – Smijew am Donez und verläßt die Ukraine in der Richtung auf Walujki.

Diese Grenze ist von größter Bedeutung. Sie fällt genau mit der außertropischen barometrischen Achse des Hochdruckgebietes zusammen und trennt zwei klimatisch sehr verschiedene Gebiete – das nur semiaride vom ariden. Sie ist auch zugleich die Südgrenze der mächtigen Schwarzerde und die Nordgrenze für viele Steppenarten wie: *Stipa lessingiana*, *Iris punila*, *Caragana frutex*, *Paeonia tenuifolia*, *Statice latifolia*, *Goniolimon tataricum*, *Adonis wolgensis* u. a.¹ Diese können als Charakterarten der krautreichen Federgrassteppen gelten. Ein Arealspektrum für die Gesamtheit der Steppenarten liegt nicht vor, aber die Familien der Gramineen sind von LAVRENKO und die der Boraginaceen und Labiaten von SCHOSTENKO daraufhin analysiert worden.

Unter den 39 Gramineen-Arten entfällt der größte Teil auf zentralasiatische (33,4%) und pontische (30,8%) Elemente, dazu kommen mediterrane (15,4%) und iranische (10,4%). Auf die aride Gruppe entfallen somit 90% aller Arten, gegenüber 21% der Gräser des Laubwaldes Osteuropas, während diese Gruppe in den Kiefernwäldern Polesiens überhaupt fehlt.

Ähnlich liegen die Verhältnisse bei den Boraginaceen und Labiaten: Auf die zentralasiatischen Elemente entfallen von den untersuchten 67 Steppen-Arten fast die Hälfte (43,3%), auf die mediterranen 19,4%.

Eine der wichtigsten Gattungen, die den Steppen ihr charakteristisches Gepräge gibt, ist die Gattung *Stipa*, von der in den ukrainischen Steppen 8 Arten von größerer Bedeutung sind. Es zeigt sich, daß diese Arten in ihrer Verbreitung meist streng an bestimmte Schwarzerdetypen gebunden sind, sofern man ausschließlich die Plateaustandorte berücksichtigt (s. Tabelle):

¹ In diesem Teil wird meist die Bezeichnung «*Statice*» statt «*Limonium*» beibehalten.

Tab. 15: Bindung der *Stipa*-Arten an bestimmte Bodentypen

Arten	Verbreitung auf folgenden Schwarzerden:
<i>Stipa capillata</i>	Südliche Variante der mächtigen, gewöhnliche und südliche
<i>Stipa ioannis</i>	Mächtige (Südgrenze nicht über gewöhnliche hinaus)
<i>Stipa graffiana</i>	Gewöhnliche
<i>Stipa dasyphylla</i> (östl.)	Südliche Variante der mächtigen, doch meist auf gewöhnlicher.
<i>Stipa stenophylla</i>	Mächtige und gewöhnliche (außer derem südlichen Teil)
<i>Stipa ucrainica</i>	Südliche und asowsche Variante derselben
<i>Stipa rubentiformis</i> (östl.)	Gewöhnliche und Übergang zu südlicher
<i>Stipa lessingiana</i>	Gewöhnliche (außer nördlichem Teil), südliche und kastanienfarbige

Wir fügen hier noch eine Übersicht über die zonale Verbreitung der einzelnen Steppenarten bei:

1. Waldsteppe und Steppe (n = mehr im nördlichen Teil der Gesamtzone, s = mehr im südlichen)
Koeleria gracilis, *Phleum phleoides* (n), *Poa bulbosa* (s), *Koeleria glauca* (auf Sand), *Stipa ioannis* (im Süden auf Sand), *Stipa capillata* (s), *Artemisia austriaca* (s), *Thalictrum minus* (n), *Phlomis tuberosa* (n), *Medicago falcata*, *Verbascum phoeniceum*, *Veronica incana* u.a.
2. Waldsteppe und der nördlichste Teil der Steppe:
Poa angustifolia, *Stipa stenophylla*, *Filipendula hexapetala*, *Fragaria viridis*, *Galium verum*, *Myosotis sylvatica*, *Plantago stepposa*, *Pulsatilla patens*, *Libanotis sibirica* (östlich), *Peucedanum ruthenicum* (östlich), dazu *Anemone sylvestris*, *Astragalus hypoglottis*, *Campanula sibirica*, *Hypochoeris maculata*, *Onobrychis arenaria*, *Polygala comosa*, *Potentilla opaciformis*, *Scabiosa ochroleuca*, *Veronica spuria*, u.a., die zum Teil in die Waldzone hereingehen.
3. Nur Steppe (ganze Zone):
Festuca beckeri, *Stipa lessingiana*, *Amygdalus nana*, *Caragana frutex*, *Cerasus fruticosa*, *Spiraea crenifolia*, *S. hypericifolia*, *Galium ruthenicum*, *Jurinea multiflora*, *Linosyris villosa*, *Silene wolgensis*, *Gagea bulbifera*, *Tulipa schrenkii*, *T. biebersteiniana* s.l. u.a.

Die Unterzone der krautreichen Federgrassteppen gliedert KLEOPOV nach dem Feuchtigkeitsgrad und der Bodenbeschaffenheit weiter auf:

1. Sehr feuchte in höherer Lage (Suprahygroherbeto-Stipetum)
2. Nördliche feuchte (Hygroherbeto-Stipetum)
3. Frische (Mesoherbeto-Stipetum)
4. Trockenere (Xeroherbeto-Stipetum)
5. Felsige (Petroherbeto-Stipetum)
6. Krautärmere, verbrackte (Paucierbeto-Stipetum halogenum)
7. Schwach-sandige (Subpsammoherbeto-Stipetum)
8. Thymianreiche, sandige (Psammoherbeto-Stipetum thymosum)

Wir wollen diese Steppengesellschaften in derselben Reihenfolge besprechen.

a) Sehr feuchte krautreiche Federgrassteppen in höheren Lagen (Suprahygroherbeto-Stipetum)

Solche Steppen sind an Erhebungen gebunden. Deswegen findet man sie nur auf dem Donez-Höhenrücken und in bestimmten Lagen des Krimgebirges.

1) Donezhöhen-Variante

Das Donez-Höhengebiet besitzt bei genauerer Untersuchung schon eine bestimmte Höhenstufenfolge, die sowohl durch die Böden (von der südlichen Schwarzerde bis zu der mächtigen), wie auch durch die Vegetation, soweit eine solche in ursprünglicher Form erhalten geblieben ist, angezeigt wird. Diese Verhältnisse sind nicht ganz leicht zu entwirren, da durch die anstehenden verschiedenen Karbongesteine das Bild etwas verwirrt ist.

Nach KLEOPOV kann man hier folgende Höhenstufen unterscheiden:

1. 170–210 m Höhe (am regenreichen Südabfall in 130–170 m) trockenere krautreiche Federgrassteppen (Xeroherbeto-Stipetum); ganz waldlos, doch kommen Senken mit Schlehengebüsch (*Prunus spinosa* und *Caragana frutex*) vor; Boden: Humose (6%) südliche Schwarzerde.
2. 200–250 m Höhe (am Südabfall 170–200 m) frische krautreiche Federgrassteppe (Mesoherbeto-Stipetum), auch waldlos; Boden: Übergang von südlicher zu gewöhnlicher Schwarzerde.
3. 250–300 m (am Südabfall 200–250 m) feuchte krautreiche Federgrassteppe (Hygroherbeto-Stipetum), Steppenschluchtwälder sind



Abb. 143. Derkulsche Steppe im Donez-Becken (aus Fotothek von E. M. LAVRENKO). Krautreiche Federgrassteppe (*Stipa rubentiformis*, *S. lessingiana* und herausragende Blütenstände von *Salvia nutans*). Die in ständiger wellenförmigen Bewegung befindlichen, blendendweißen Grannen der *Stipa*-Arten bestimmen zur Blütezeit das Landschaftsbild.

verbreitet; Boden: gewöhnliche Schwarzerde.

4. Auf den höchsten Erhebungen über 300 m (im Südosten auch tiefer) führt die weitere Erhöhung der Niederschläge zur Bildung von ausgelaugter mächtiger Schwarzerde und der Entstehung einer sehr feuchten Variante der krautreichen Federgrassteppen (Suprahygroherbeto-Stipetum), die bereits an Wiesensteppen erinnert und von Steppenschluchtwäldern begleitet wird. Letztere gehen aus den Schluchten sogar auf die ebenen Flächen heraus, so daß das Bild einer Waldsteppe noch mehr vervollständigt wird.

Die floristische Zusammensetzung dieser sehr feuchten Variante ist folgende:

Von den Federgräsern dominieren *Stipa stenophylla* und *S. dasyphylla*, dagegen sind *Stipa capillata* und *S. lessingiana* selten. Auch die östliche *Stipa rubentiformis*, wie auch *S. ucrainica* kommen vor. Die Charakterarten der östlichen krautreichen Federgrassteppen *Paonia tenuifolia*, *Myosotis sylvatica* (*lithospermifolia*) und *Centaurea axillaris* sind auch hier vertreten. Von nördlichen hygrophilen Steppenarten sind häufig *Ranunculus polyanthemus*, *Anemone*

sylvestris, *Veronica chamaedrys*, *Chrysanthemum corymbosum*, *Scorzonera purpurea*. Dagegen sind mesophilere Steppenarten wie *Salvia nutans* hier selten (vgl. aber Abb. 143).

Diese Steppen sind heute fast ganz umgeackert. Die Steppenvegetation ist nur an felsigen Standorten vertreten, besitzt dort jedoch eine andere Zusammensetzung, die sich je nach der Flachgründigkeit des Bodens und der Beschaffenheit des Gesteins ändert.

Erhalten geblieben ist nur die Prowalsche Steppe, die zu einem Gestüt gehört. Sie liegt im Osten des Gebietes. Leider sind die meisten Untersuchungen über diese Steppe noch nicht veröffentlicht. Zugänglich ist nur eine Arbeit von SALESKY, in der auch die Aspektfolge beschrieben wird.

Für diese werden folgende Angaben gemacht:

Mitte Mai blühen: *Lathyrus pannonicus*, *Myosotis sylvatica*, *Anemone sylvestris*, an gestörten Stellen *Barbarea vulgaris*. Die ersten Frühlingsblüher, *Adonis wolgensis*, *Gagea*, *Amygdalus nana*, sind schon verblüht; *Ornithogalum tenuifolium* blüht noch; Mitte Juni entwickeln sich die Gräser: *Festuca sulcata*,

Koeleria gracilis, *Bromus riparius*, dazu *Poa angustifolia*; seltener sind *Stipa graffiana*, *S. lessingiana*, *S. stenophylla*, *S. dasyphylla*, *S. ucrainica*, doch sind sie Ende Mai und Anfang Juni aspektbildend, wenn die Grannen silbrig schimmern.

An Kräutern blühen: *Echium rubrum*, *Centaurea axillaris*, *Filipendula hexapetala*, *Pedicularis comosa*, *Lathyrus pannonicus*, *Vicia tenuifolia*, *Plantago media*, und noch 60–70 andere seltenere Arten.

Mitte Juli blüht: in Massen *Ferula ferulago*, sehr zahlreich *Libanotis montana*, häufig *Centaurea ruthenica*, dazu die hohe *Centaurea orientalis*, *C. scabiosa*, *C. stereophylla*, *Scabiosa ochroleuca*, *Knautia arvensis*, *Verbascum orientale*, *Crepis rigida*, *Campanula bononiensis* und die niedrigeren *Inula aspera*, *Aster amellus*, *Serratula radiata*, *Veronica spicata*, *Centaurea trichocephala*, *Galium verum*, *Helichrysum arenarium*, *Asperula humifusa*, *Lavatera thuringiaca* u.a. Ende August nimmt die Blütenzahl ab, die meisten verblühen;

neu kommen hinzu: in Massen *Odontites lutea* und *O. rubra*, dazu *Cichorium intybus*, *Linaria biebertsteinii*, *Phyteuma canescens*, *Senecio jacobaea*. Die meisten fruchten und vertrocknen: es blühen *Taraxacum serotinum*, *Aster villosus*, *A. amellus*, *Artemisia austriaca* u.a.

Auf flachgründigen felsigen Standorten ist die Zusammensetzung eine andere. Hier sind *Xeranthemum annuum*, *Statice sareptana* (glabra), *Galatella dracunculoides*, *Achillea nobilis*, *Veronica spicata*, *Marrubium praecox*, *Cephalaria uralensis*, *Helichrysum arenarium*, und Büsche von *Amygdalus nana* und *Caragana frutescens* häufig.

2) Krimische Variante

In der Krim findet man eine ähnliche Steppengesellschaft am Nordhang des Gebirges in 150–320 m Höhe (vgl. Teil VII, Krim).

b) Nördliche feuchtere krautreiche Federgrassteppen (Hygroherbeto-Stipetum)

Diese Steppen schlossen sich zonenbildend direkt an die trockeneren Wiesensteppen südlich an und nahmen als breites Band von der Moldau über den Bug bei Perwomaisk bis zum Dnjepr zwischen Kremmentschug und Dnjepropetrowsk den ganzen nördlichen Teil der Steppe ein. Auf der linken Dnjeprseite erfuhren sie eine Unterbrechung durch die Dnjeprterrassen, um sich dann wieder zum Donez und über diesen hinaus zu erstrecken.

Das Relief dieser Steppen ist durch zahlreiche Schluchten gegliedert, in denen die Bajrak-Wäldchen Zuflucht finden. In kleinen Senken

findet sich Dorngebüsch mit *Prunus spinosa*, *Spiraea* und *Caragana*. Das Vorkommen von Charakterpflanzen der Steppenschluchtwäldchen (*Erysimum aureum*, *E. marschallianum*, *Melampyrum argyroconum*) in ihnen zeigt, daß sie sich von Gesellschaften der Waldränder ableiten.

Diese Steppe ist an die gewöhnliche Schwarzerde gebunden. Unter den Gräsern sind zu nennen: die Steppenubiquisten *Festuca sulcata* und *Koeleria gracilis*, die hygrophilen Steppenarten *Phleum phleoides*, *Poa angustifolia*, die mesophilen *Stipa capillata*, die hier schon eine bedeutende Rolle spielt, *Stipa stenophylla*, *S. dasyphylla*, *Bromus riparius* und die xerophilere *S. lessingiana*. Unter den Kräutern sind die Kleearten *Trifolium alpestre* und *T. montanum* nicht mehr so häufig und *T. pratense* selten.

Charakteristisch sind noch die hygrophilen *Lotus corniculatus*, *Filipendula hexapetala*, *Fragaria viridis*, *Pimpinella saxifraga*, *Pedicularis comosa*, die mesohygrophilen *Adonis vernalis*, *Medicago falcata*, *Echium rubrum*, die mesophilen *Crambe tatarica*, *Euphorbia glareosa*, *Trinia henningii*, *Galium verum* (ruthenicum), *Onosma tinctorium*, *Phlomis pungens*, *Salvia nutans*. Von südlicheren Arten kommen vor: *Adonis wolgensis*, *Iris pumila*, *Vinca herbacea*, *Statice latifolia*, *Serratula radiata*. Unter den Büschen sind zu nennen: *Prunus spinosa*, *Cerasus fruticosa*, *Amygdalus nana*, *Spiraea crenifolia* und insbesondere *Caragana frutex*, von Moosen *Tortula ruralis* und *Brachythecium glareosum*.

Unter den krautreichen Federgrassteppen kann man eine Reihe von Varianten unterscheiden, auf die kurz eingegangen sei:

1. die Moldauische Variante mit westlichen Elementen zusammen mit *Caricetum humilis* (Reliktgesellschaft) und den Kalkfelssteppen (Stipeto capillatae-Andropogonetum).

Diese Steppen reichen östlich bis zum Bug. Das Gebiet ist stark zerschluchtet und in den Flußtälern und Schluchten stehen Kalkgesteine an mit einer charakteristischen Flora (*Jurinea stoechadifolia*, *Teucrium montanum* u.a.). Durch die Beweidung werden die Steppengesellschaften stark degradiert.

KLEOPOV unterscheidet nach den Dominanten 6 Stadien der zunehmenden Degradation:

1. *Festuca sulcata* – *Stipa lessingiana* – *Salvia nutans*-Gesellschaft
2. *Festuca sulcata* – *Stipa capillata* – *Salvia nutans*-Gesellschaft
3. *Festuca sulcata* – *Salvia nutans*-Gesellschaft
4. *Festuca sulcata* – *Thymus marschallianus* – *Artemisia austriaca*-Gesellschaft



Abb. 144. Starobjelsk-Steppe (Foto V.N.PAVLOV, Univ. Moskau). *Phlomis tuberosa*-Aspekt; in der Mitte Bau vom Steppennager *Marmota bobac*.

5. *Artemisia austriaca* – *Festuca sulcata*-Gesellschaft
6. *Artemisia austriaca* – *Poa bulbosa*-Gesellschaft

Auf solchen stark degradierten Viehweiden findet man neben der vorherrschenden grauen *Artemisia austriaca* viel *Poa bulbosa* und *Bromus squarrosus*, fleckenweise *Thymus marschallianus*, *Potentilla arenaria*, *Bromus riparius* und vereinzelt *Euphorbia glareosa*.

Besonders verbreitet sind in diesem Gebiet auf Kalkgestein *Andropogon ischaemum*, der nach Osten zu nicht mehr so häufig ist.

Als Differenzialarten dieser westlichen Varianten können eine Reihe von Arten dienen, die nicht weiter nach Osten gehen:

Allium flavum s. str., *Colchicum bulbocodoides*, *Ornithogalum refractum*, *Iris humilis* (strahlt weiter nach Osten aus), *Muscari tenuiflorum*, *Pulsatilla grandis* u. a.; auch auf den Kalkhängen kommen solche westlichen Arten vor: *Allium moschatum*, *Buffonia tenuifolia*, *Tunica prolifera*, *Polygala major*.

Floristisch interessant sind die Begleiter von *Carex humilis*: die Relikte *Polygala sibirica* und *Schivereikia podolica*, sowie Arten mit Disjunktionen wie *Silene sibirica*, *Leontice altaica*. Das *Caricetum humilis* ist hier im Süden schon an die Nordhänge gebunden.

2. Bug-Dnjepr-Variante mit *Cytisus austriacus* zusammen mit Granitfels-Gesellschaften.

Die oben aufgezählten westlichen Elemente fehlen hier, auch die östlichen treten noch nicht auf. Charakteristisch ist das häufige Vorkommen von *Cytisus austriacus*, der sonst mehr an die Waldsteppe gebunden ist. Gut erhaltene Steppenreste sind hier nicht vorhanden.

3. Poltawa-Variante mit *Paeonia tenuifolia*.

Sie nimmt das Gebiet zwischen den Dnjeprterrassen und dem Donez ein. *Cytisus austriacus* fehlt hier, dafür ist die schöne Pfingstrose *Paeonia tenuifolia* sehr häufig.

Das Naturschutzgebiet Karlowka, das 1931 noch 154 ha umfaßte, gibt einen Begriff von diesen Steppen. Außer den Steppengesellschaften treten hier am Grunde der Schluchten schon Karbonatbrackgesellschaften, aber noch ohne echte Chlorid-Halophyten auf. Auch längs der Eisenbahnlinie Charkow-Losowaja ist eine nicht umgeackerte Fläche, die 1927 150 ha umfaßte; durch Beweidung wurde sie jedoch stark degradiert.

4. Variante der Donez-Höhen mit *Stipa ucrainica* und kaukasischen Elementen.

Wir erwähnten bereits, daß diese Steppen die Höhenstufe 250–300 m (Südostabdachung 200–250) der Donezhöhen einnehmen.

Von östlichen und kaukasischen Elementen sind zu nennen: *Paeonia tenuifolia*, *Myosotis sylvatica* (*lithospermifolia*), *Centaurea axillaris* u.a. Neben den *Stipa*-Arten sind noch *Bromus riparius*, *Poa angustifolia* und *Agropyrum glaucum* zu nennen.

5. Transdonez-Variante zusammen mit Solonezgesellschaften und Gesellschaften der Sandflächen und Kreidehänge.

Diese Steppengebiete liegen auf dem linken Donezufer. Von den östlichen Elementen kommen außer den unter 4) genannten noch *Stipa rubentiformis*, *Helictotrichon schellianum* und *Campanula simplex* vor.

Aus diesem Gebiet sind die Steppen von Starobelsk gut beschrieben (LAVRENKO und DOCHMAN). Sie sind erhalten geblieben, weil sie als Weide für große Gestüte dienen und umfaßten 1927 noch fast 25000 ha (Abb. 144).

Die jahreszeitliche Entwicklung verläuft folgendermaßen:

Erstfrühling (15. III.–15. IV): Nach Verschwinden der Schneedecke ergrünen die Moose (*Tortula ruralis*) und die dunkelgrünen Gallerten von *Stratonostoc commune* treten hervor.

Frühling (15.–30. IV.): Es erscheinen die ersten gelben, blauen oder violetten Blüten von *Iris pumila*, die gelben Sterne von *Adonis wolgensis* und die der *Gagea pusilla* sowie *G. erubescens*; etwas später blüht *Viola ambigua*. Dazwischen wachsen unzählige kleine Ephemerer (*Erophila verna*, *Draba nemo-*

rosa, *Holosteum umbellatum*, *Androsace elongata* u.a.), auf solonzierten Böden blühen rot und gelb *Tulipa schrenkii* und die gelbe *T. biebersteiniana*, an sandigen Hängen *Pulsatilla nigricans* und *P. patens*.

Spätfrühling (1.–15. V.): Die Steppe ist grün, es blühen *Lathyrus pannonicus*, *L. pallescens*, *Anemone sylvestris*, *Valeriana tuberosa*, die gelben *Potentilla humifusa* sowie *P. schurii* sowie die ephemeren *Alyssum desertorum*, *Arabis auriculata*, *Viola kitai-beliana* und *Veronica verna*. An Nordhängen im Gebüsch leuchten die dunkelroten *Paeonia tenuifolia*-Blüten zwischen den blühenden *Prunus spinosa* (weiß), *Amygdalus nana* (rosa) und *Caragana frutex* (goldgelb). Es werden die ersten Grannen der *Stipa ioannis* sichtbar.

Frühsommer (15. V.–15. VI): Hauptblüte der Gräser *Stipa rubentiformis*, *S. lessingiana*, *Festuca sulcata*, *Koeleria gracilis*, *Bromus riparius*; dazwischen leuchten lila *Salvia nutans*, blau *Campanula altaica*, weiß *Filipendula hexapetala*, *Trifolium montanum* und *Arenaria ucrainica*, hellblau *Myosotis suaveolens*, rot *Jurinea arachnoidea* und *Echium rubrum*. Der Steppenläufer *Crambe tatarica* entfaltet die weißen kugelförmigen Blütenstände.

Mitsommer (15. VI.–15. VII.): Die Steppe färbt sich langsam gelb, da die Gräser abtrocknen; die Zahl der blühenden Pflanzen nimmt ab: *Galium verum* (*ruthenicum*), *Centaurea ruthenica*, *Plantago stepposa* (aff. *media*), *Serratula radiata*, *Jurinea multiflora*, stellenweise *Salvia nemorosa*. Es blühen auch die Steppenläufer *Goniolimon tataricum* (Abb. 145), *Serratula xeranthemoides*, *Phlomis tuberosa*, *Ph. pungens*, *Statice latifolia*, wobei gelbe, blaue und rote Farben vorherrschen (Abb. 144).

Spätsommer–Frühherbst (15. VII.–15. IX): Die glän-



Abb. 145. Steppenläufer *Goniolimon tataricum* (nach ALECHIN): Links = blühendes Exemplar, rechts = abgebrochener Fruchtstand, der den kugeligen Steppenläufer bildet.

zenden Grannen von *Stipa capillata* bestimmen den Aspekt, dazu kommen die gelben Dolden von *Peucedanum ruthenicum*, *Bupleurum falcatum* sowie *Ferulago nodiflora* und die weißen von *Seseli campestre*, *Libanotis intermedia* und *Falcaria vulgaris*; es blühen auch die gelben *Linowsyris villosa*, *Orthantha lutea*, *Verbascum lychmitis*, *Scabiosa ochroleuca* und *Cephalaria uralensis*.

Spätherbst (15. IX. bis Schneefall): Die Pflanzendecke ist trocken und gelb; die Herbstfeuchtigkeit bringt nur die Boden-Moose und -Algen zum Ergrünen. Viele winterannuelle Ephemerer keimen.

Die Produktivität ist 10–12 dz/ha.

Zum Steppenaspekt des Spätsommers und Frühherbstes gehören auch die merkwürdigen «Steppenläufer», d.h. die abgebrochenen kugelförmigen Fruchtstände (Abb. 145), die vom Winde erfaßt werden. In wilden Sprüngen stürmen die einen vorbei, gleichmäßig bewegen sich die anderen, doch alle gehören sie zu den Steppenläufern. Hält man einzelne an und betrachtet man sie genauer, dann merkt man, daß die sparrigen Fruchtstände, oft zu vielen zu einem durch das Rollen abgerundeten Ballen verflochten sind.

Als Beispiel von Vertretern der Steppenläufer seien genannt:

Compositae: *Serratula xeranthemoides*, *Centaurea diffusa*.

Labiatae: *Phlomis pungens*, *Nepeta ucrainica*, *Salvia aethiopis*.

Plumbaginaceae: *Statice tatarica*, *S. latifolia*.

Umbelliferae: *Seseli tortuosum*, *Falcaria vulgaris*, *Eryngium campestre*.

Cruciferae: *Crambe tatarica*, *Erucastrum armoracioides*.

Caryophyllaceae: *Gypsophila paniculata*.

Chenopodiaceae: *Ceratocarpus arenarius*, *Salsola kali*.

Liliaceae: *Hyacinthus ciliatus*, *Asparagus officinalis*.

Das Ablösen der trockenen Pflanze mit dem sparrigen Fruchtstand erfolgt meist durch Abbrechen des Stengels an der Basis bei trockener Witterung, entweder durch starken Wind oder durch weidende Tiere. In einzelnen Fällen bei starker Versteifung des Stengels muß dieser erst abfaulen. Die Ablösung kann dann erst im Herbst oder auch im Winter erfolgen (z.B. *Eryngium* oder *Seseli*). Einjährige Pflanzen mit schwacher Wurzel (z.B. *Ceratocarpus*) können mit dieser herausgerissen werden. Bei den typischen Steppenläufern wird der Stengel bei der Frucht reife, die schon ziemlich früh im Jahr erfolgen kann, so spröde, daß er an irgend einem basalen Knoten äußerst leicht bricht. Meistens

nimmt der Fruchtstand schon vor dem Abbrechen durch bestimmte Krümmungen der Zweigenden eine Kugelform an (Abb. 145). Das Ausstreuen der Samen erfolgt infolge besonderer Einrichtungen während des Laufes allmählich bei starken Stößen und trägt so gut zur Ausbreitung der Pflanze bei.

Die Steppenläufer sind besonders für die südlichen Steppen bezeichnend. Einige der genannten Arten kommen auch in Deutschland vor. Hier kennen wir sie aber als Steppenläufer nicht, denn die Voraussetzungen für diese sind die unendlichen Weiten der ebenen Steppen, über die der Wind ungehindert weht und die Steppenläufer vor sich hertreibt.

c) Frische krautreiche Federgrassteppen (Mesoherbeto-Stipetum)

Diese Steppen bilden den Übergang zwischen den feuchteren krautreichen Federgrassteppen und den trockeneren und sind von diesen nicht immer leicht abzutrennen, umso mehr, da die verbliebenen Reste der Steppenvegetation sehr spärlich sind.

Viele hygrophile Steppenelemente sind nicht mehr vorhanden wie *Trifolium pratense*, *Lotus corniculatus*, *Phleum phleoides*, *Fragaria viridis*, *Pedicularis comosa*, andere treten nur noch an den Nordhängen auf, wie *Stipa stenophylla*, *Filipendula hexapetala*, *Pimpinella saxifraga* u.a. Andererseits kommen hier *Poa angustifolia*, *Euphorbia glareosa*, *Trinia henningii* u.a., die den trockeneren ganz fehlen, noch vor. Diese Steppen ziehen sich südlich von den feuchten Steppen bis zu einer Linie von Tiraspol am Dnestr über Wosnessensk-Kriwoj Rog nach Nikopol am Dnjepr.

Östlich des Dnjeprs sind sie mehr inselförmig verbreitet.

Die Böden sind meist noch gewöhnliche Schwarzerde, im Süden auch südliche Schwarzerde.

Salvia nutans erreicht gerade in diesen Steppen das Optimum ihrer Entwicklung. *Euphorbia seguieriana* wird schon häufiger, von Moosen ist nur *Tortula ruralis* verbreitet.

1. Dnestr-Dnjepr-Variante mit Schlehengebüsch in Senken und Felsvegetation an Kalkhängen.

Das Gelände in diesem Gebiet ist schon sehr eben, deshalb ist praktisch alles in Äcker umgewandelt worden. Bezeichnend sind die Schlehengebüsche in den Senken.

Man findet in diesen: *Prunus spinosa*, *Amygdalus nana*, *Rosa gallica*, *Carex schreberi*, *Poa pratensis*, *Lathyrus pannonicus*, *Vicia tenuifolia*, *Ajuga genevensis*, *Ranunculus polyanthemus*, *Carex nutans*, *Veronica prostrata*, *V. austriaca*, *Festuca sulcata*, *Agrimonia eupatoria*, *Erysimum canescens*, *Vinca herbacea* und *Ajuga laxmannii*.

2. Samara-Variante.

Dieses Steppengebiet liegt im Bereich des linken Dnjeprnebenflusses Samara. Gegenüber der nördlichen Poltawa-Variante zeichnet sich diese durch das Auftreten von südlicheren Elementen aus: *Astragalus asper*, *Statice latifolia*, *Vinca herbacea*, *Salvia austriaca*, *Adonis wolgensis*; auf Viehweiden tritt an Stelle von *Euphorbia glareosa* die *Euphorbia seguieriana*; *Trifolium*-Arten fehlen ganz; *Cytisus austriacus* ist dagegen häufig.

Diese Variante erstreckt sich auch bis an den Fuß des Donez-Höhengebiets und die Mariupolsche Platte. Interessant ist die eigenartige Vegetation der Steppenzieselbaue.

Auf der aufgeworfenen Erde wachsen: *Poa bulbosa*, *Bromus squarrosus*, *Agropyrum cristatum*, *Iris pumila*, *Kochia sedoides*, *Salsola kali*, *S. tamariscina*, *Alyssum desertorum*, *Meniocus linifolius*, *Sisymbrium sophia*, *Lappula patula*, *Achillea nobilis*, *Erysimum canescens*, *Ajuga chia*, *Pyrethrum millefoliatum*.

Es sind z. T. Arten mit mehr südlicher Verbreitung, die hier auf den gestörten Standorten, vor der Konkurrenz der rascher wachsenden nördlicheren Arten geschützt, Fuß fassen können.

d) Trockene krautreiche Federgrassteppen (Xeroherbeto-Stipetum)

Während westlich des Dnjeprs die frischen krautreichen Federgrassteppen direkt an die nächste Unterzone der südlichen Federgrassteppen angrenzen, schiebt sich auf dem linken Dnjeprufer zwischen diese noch eine trockenere Unterzone der ersteren; vom Dnjeprknie zieht sie sich bis zum Donez-Höhengebiet, biegt um diesen herum und erreicht das Ufer des Asowschen Meeres ostwärts von Berdjansk. Man findet sie auch auf dem rechten Donezufer.

In allen drei zonalen Varianten der krautreichen Federgrassteppen treten auf: *Stipa lessingiana*, *S. capillata*, *S. ucrainica*, *Festuca sulcata*, *Bromus riparius*, *Poa angustifolia*, *Agropyrum glaucum*. Nur hier kommen vor: *Tulipa schrenkii*, *Astragalus utriger*, *Trinia hispida*; an Häufigkeit nimmt stark zu *Aster villosus*. Es verbleiben noch: *Silene chersonensis*, *Adonis wolgensis*, *Astragalus asper*, *A. pubiflorus*, *Vinca herbacea*,

Statice latifolia, *Ajuga laxmannii*, *Thymus glabrescens*, *Veronica austriaca*, *Serratula radiata*. Dagegen findet man hier nur an feuchteren Standorten *Iris halophila*, *Paeonia tenuifolia*, *Filipendula hexapetala*, *Fragaria viridis*, *Libanotis montana*, *Ferula ferulago*, *Peucedanum alsaticum*.

Auf Viehweiden wird die *Euphorbia glareosa* stets durch *Eu. seguieriana* ersetzt, dazu kommt *Pyrethrum millefoliatum*, das nördlicher nur auf Zieselbauten zu finden ist. In den Tälern treten schon häufiger Chlorid-Sulfatböden mit entsprechender Halophytenvegetation auf.

1. Asowsche Variante mit Schlehengebüsch in Senken.

Das Gebiet, in dem wir diese Variante finden, ist sehr verschiedenartig, sowohl was die Gesteinsunterlage und den Boden als auch die Höhenlage anbelangt. Die Abgrenzung dieser Variante ist deshalb nicht leicht, da sie verschiedene Übergänge aufweist.

Die häufigste Federgrasart ist *Stipa ucrainica*. Dagegen werden *Agropyrum glaucum*, *Poa angustifolia*, *Stipa dasyphylla* und *Bromus riparius* seltener. Es kommen sowohl hygrophile Arten (*Paeonia tenuifolia*, *Anemone sylvestris*, *Filipendula hexapetala*, *Lathyrus pannonicus*, *Trinia henningii*, *Myosotis sylvatica*, *Echium rubrum*, *Veronica chamaedrys* usw.) als auch die für diese Zone genannten xerophilen Arten vor.

Das ist auf die erhöhten Niederschläge in diesem Gebiet bei zugleich extrem kontinentalem Klima zurückzuführen.

Es kommt hier sowohl das kaukasische Element *Centaurea axillaris*, wie auch die östliche *Calophaca* (*Cytisus*) *wolgarica* vor. Erhalten geblieben ist hier die Vegetation auf der Chomutowschen Steppe 20 km nördlich des Asowschen Meeres und 40 km südostwärts von Mariupol. Die am wenigsten gestörten Stellen sind mit *Stipa lessingiana* zusammen mit viel *Salvia nutans* bedeckt. Später im Jahr herrscht *Stipa capillata* mit *Salvia nemorosa* vor.

In den Tälern tritt hier schon sehr starke Verbrackung ein.

KLEOPOV stellt für diese Standorte folgende ökologische Reihe auf:

1. Unterer Teil des Hanges mit Xeroherbeto-Stipetum und einzelnen *Artemisia maritima* (salina)-Pflanzen.
2. Solonzierter Boden mit *Festuca sulcata*, *Artemisia maritima* (salina), *Silaua besseri*, *Statice tomentella*.
3. Solontschak mit *Atropis festucaeformis*, *Artemisia salina* und etwas *Juncus gerardi*.

4. Solontschak mit *Juncus gerardi*, *Atropis festucaeformis* und *Suaeda maritima*.
5. Sehr salzreicher Solontschak mit *Salicornia herbacea* und einzelnen *Atropis*- und *Suaeda*-Pflanzen.
6. Talgrund mit *Salicornia herbacea* und *Phragmites communis*.

Salicornia wurzelt sehr flach in den stark versalzten oberen Bodenschichten, *Phragmites* dagegen tief in dem wenig salzigen Grundwasser (Anm. d. Verfassers).

In diesem Gebiet kommt meist an Kalkhängen auch die merkwürdige Reliktart *Cymbaria borysthénica*, die sonst nur auf der Krim und bei Salsk zu finden ist, vor. Ihre nächsten Verwandten sind in Ostasien.

Interessant ist es festzustellen, daß auch in der Unkrautflora eine Mischung von nördlicheren hygrophilen Arten und für diese Zone typischen stattfindet. Dazu kommen einige östlich-nordkaukasische Arten, wie: *Sisymbrium wolgense*, *Mulgedium tataricum*, *Anchusa azurea*, *Clematis pseudoflanmula*, *Salvia stepposa*.

2. Simferopol-Variante.

Sie ist am Fuße des Gebirges und auf der Tarchankut-Erhebung verbreitet (vgl. Teil VII, Krim).

e) Steinige krautreiche Federgrassteppen (*Petroherbeto-Stipetum*)

Auf den Erhebungen der Steppenzonen wird die ursprüngliche Lößdecke sehr leicht infolge von Bodenerosion abgespült. Die darunter liegenden Gesteinsschichten treten dann hervor. Der Boden wird flachgründig und die Vegetation erfährt eine Änderung. Es treten Arten auf, die für steinigen Boden bezeichnend sind und den gewöhnlichen Steppen fehlen:

Achillea nobilis, *Dianthus pseudoarmeria*, *Teucrium polium*, *Cephalaria uralensis*, *Achillea leptophylla*, *Linum tauricum*, *Xeranthemum annuum*, *Statice membranacea* u. a.

1. Donezhöhen-Variante.

Große Flächen nehmen die steinigen Steppen in der Ukraine nur im Gebiet der Donez-Höhenplatte ein. Sie liegen hier in der Stufe der krautreichen Federgrassteppen und stellen somit eine abweichende Ausbildung derselben dar.

КЛЕОПОВ unterscheidet 3 Grade der Erosion und entsprechende Steppengesellschaften:

1. Krautreiche Gesteinssteppen: Außer *Festuca sulcata* und *Stipa capillata* kommt hier nur *S. pulcherrima* und *S. dasyphylla* vor, dazu viele Kräuter wie

Gladiolus imbricatus, *Trifolium alpestre*, *Veronica austriaca* u. a..

2. Graue Gesteinssteppen: Der Boden ist fast ganz abgespült, von Gräsern verbleiben nur *Festuca sulcata*, *Stipa capillata*, bezeichnend ist auch *Hierochloë odorata*. Die Steppenkräuter verschwinden und es treten Kräuter der Halbwüste auf, wie *Kochia prostrata*, *Salsola tamariscina*, *Pyrethrum millefolium*, *Artemisia maritima* (*salina*). Die Deckung ist gering, die Zahl der Therophyten und Flechten steigt.
3. Schuttsteppen auf den steileren Hängen: Die Vegetation leitet zu den Felspflanzengesellschaften über. Auf Kalkschutt bedeckt *Koeleria brevis* weite Flächen, daneben *Alyssum tortuosum*, *Nostoc*, *Tortula* und *Aspicilia*. Auf Granitschutt findet man *Stipa ioannis* (*sabulosa*), *Koeleria gracilis*, *Pulsatilla nigricans*, *Alyssum minutum* und neben *Tortula*, *Cornicularia*, Cladonien auch Parmelien.

2. Tarchankut-Kertsch-Variante der Krim.

Steinige Böden treten sowohl auf der Tarchankut-Erhebung wie auch auf der NO-Hälfte der Kertsch-Halbinsel auf.

f) Leicht verbrackte krautreiche Federgrassteppen (*Herbeto-Stipetum halogenum*)

Wir hatten schon eine hydrogene Subassoziaton der Wiesensteppen besprochen, die mit leichten Anzeichen der Verbrackung sich auf den Dnjeprterrassen entwickelt. Die hier behandelten Steppen sind die entsprechende Subassoziaton der krautreichen Federgrassteppen, die etwas südlicher auf den Dnjeprterrassen zwischen Psjol und Samara zur Ausbildung kommen. Zum Teil waren sie auch am Donez vorhanden, doch ist dort die natürliche Vegetation vollkommen zerstört, so daß in der Literatur keine Beschreibungen vorliegen.

Die vorherrschenden Arten sind: *Festuca sulcata*, *Koeleria gracilis*, *Poa angustifolia*, *Carex supina*; die Bedeutung der *Stipa capillata* nimmt zu. Der Krautreichum ist geringer als sonst bei den krautreichen Federgrassteppen, doch seien folgende häufige Vertreter genannt:

Dianthus campestris (*arenarius*), *Herniaria incana*, *Medicago falcata*, *Astragalus onobrychis*, *Eryngium campestre*, *Goniolimon tataricum*, *Thymus marschallianus*, *Salvia nemorosa*, *Galium verum* (*ruthenicum*), *Artemisia austriaca*, *Taraxacum serotinum*. An Stelle von *Euphorbia glareosa* tritt hier nur *Euphorbia seguieriana* auf. Die sandigere Bodenbeschaffenheit wird durch *Potentilla arenaria* und *Helichrysum arenarium* angedeutet. Zeiger von leichter Verbrackung sind *Astragalus glycyphyllos*, *Centaurea trichocephala* und *Iris halophila*, der Solodbildung *Odontites serotina* und *Eryngium campestre*.

Die leichte Verbrackung begünstigt das Vorkommen südlicher Arten wie *Ephedra distachya*, *Kochia prostrata*, *Dianthus carbonatus*, *Astragalus asper*, *A. dolichophyllus*, *Aster villosus*.

g) Leicht sandige krautreiche Federgrassteppen (*Subpsammo-Herbeto-Stipetum*)

Diese und die nächste Subassoziation der Sandsteppen kommen auf den zweiten sandigen Terrassen des Dnjeprs vor, die weiter im Norden noch von Kiefernwäldern bewachsen sind. Die hier zu besprechende Subassoziation nimmt dabei die lehmig-sandigen Böden, die nächste die reinen Sandböden ein. Hier kommen deshalb sowohl Steppenarten der schweren Böden als auch sandanzeigende Arten vor.

Arten der schweren Böden sind: *Festuca sulcata*, *Koeleria gracilis*, *Stipa capillata*, *Artemisia austriaca*, *Eryngium campestre*, *Taraxacum serotinum*. Arten des Sandbodens sind: *Stipa ioannis* (*sabulosa*), *Koeleria glauca*, *Diplachne squarrosa*, *Achillea gerberi*, *Dianthus polymorphus*, *Scabiosa ucrainica* u. a.

Indifferent der Bodenart gegenüber verhalten sich: *Euphorbia seguieriana*, *Helichrysum arenarium*, *Seseli tortuosum*, *Teucrium polium* u. a.

Häufig nehmen diese Gesellschaften auch sekundäre Standorte an Stelle abgeholzter Kiefernwälder ein. Es ist deshalb schwer, die Nordgrenze ihres natürlichen Vorkommens festzustellen. Nach КЛЕОПОВ findet man noch im Bezirk Solotonoscha eine primäre Sandsteppe auf schwarzerdeartigem Sandboden ohne Zeichen einer früheren Podsolierung durch Wald und mit *Thymus odoratissimus*, der auf Waldboden durch *Th. serpyllum* ersetzt wird.

Sehr weit verbreitet waren diese Steppen am unteren Dnjepr, aber auch an der Molotschna und am Donez. Heute sind sie alle umgeackert oder durch Beweidung degradiert. Da bei der Beweidung der Sand losgetreten und vom Winde umgelagert wird, wobei die leicht tonigen Bestandteile ausgeweht werden, können diese Steppen nicht wieder regenerieren, sondern sie gehen in Sandsteppen über. Letztere sind deshalb viel verbreiteter und sollen deshalb ausführlicher besprochen werden.

h) Sandige krautreiche Federgrassteppen (*Psammoherbeto-Stipetum*)

Wie bereits erwähnt, findet man die Sandsteppen vor allen Dingen auf den Sandterrassen (zweiten) des Bug, Dnjepr und Donez und ihrer

Nebenflüsse. Sie vertreten auf diesen in der Steppenzone die Kiefernwälder, die in der Waldsteppenzone die zweite Terrasse bedecken. Auch auf den Nehrungen und Inseln an der Dnjeprmündung sind sie vertreten.

Der Boden dieser Steppen ist schwarzerdiger Sand mit einem Humushorizont von 20–25 cm Mächtigkeit.

Die Vegetation unterscheidet sich stark von derjenigen typischer Steppen auf Löß.

Vorherrschende Grasarten sind *Festuca ovina* ssp. (meist *F. beckeri*), *Koeleria glauca*, *Stipa ioannis* (*sabulosa*), von Kräutern *Artemisia campestris*, *Euphorbia seguieriana*, *Goniolimon graminifolium*, *Dianthus polymorphus*. Eine Charakterart ist *Thymus odoratissimus* (am unteren Dnjepr *Th. borysthenticus*), der große Polster bildet. Verbreitet sind auch *Agropyrum cristatum* (*sabulosum*), *Syrenia angustifolia*, *S. sessiliflora*, *Scabiosa ucrainica*, *Centaurea breviceps*, *Polygonum arenarium* und *Plantago arenaria*. Reich vertreten sind *Tortula ruralis*, *Cornicularia steppae*, *Cladonia foliacea*, *C. rangiferina* u. a.

Sehr charakteristisch für diese Steppen sind die eingestreuten kleinen feuchten Senken, in denen man eine Sumpfvegetation oder feuchte Salzpflanzengesellschaften findet. Oft sind sie von kleinen Hainen aus *Betula pubescens*, *Populus tremula*, *Alnus glutinosa* und zuweilen Eiche umgeben. In einem noch ziemlich ursprünglichen Zustand befinden sich die Sandsteppen am unteren Dnjepr, die z. T. unter Naturschutz stehen und gut untersucht wurden (vgl. Teil IV 6/c).

Die Bodenbedeckung ist gering 35–50%. Die Aspektfolge beschreibt LAVRENKO. Sie sieht folgendermaßen aus:

- I März bis Mitte April: grüne *Tortula ruralis*-Polster und *Poa bulbosa*; die anderen Arten beginnen zu ergrünen.
- II Bis Anfang Mai: Es blühen *Poa bulbosa*, *Cerastium schmalhauseni*, *C. ucrainicum*, *Erophila verna*, *Pulsatilla nigricans*.
- III Bis Ende Mai: *Festuca beckeri*, *Koeleria glauca*, *Stipa ioannis* blühen, die Sprosse der anderen Arten entwickeln sich.
- IV Juni: Die Färbung wird strohig, da die Gräser fruchten. Es blühen *Achillea gerberi*, *Euphorbia seguieriana*, *Helichrysum arenarium*; stellenweise fallen die grauen Sprosse von *Artemisia inodora* auf.
- V Juli bis Mitte Oktober: Zwischen den gelben Grasstengeln leuchten die Polster von *Thymus borysthenticus*, dazwischen die rosa Blüten von *Polygonum arenarium*. Von Mitte September an treiben die Grashorste aus und erscheinen die Keimlinge der Winterannuellen.



Abb. 146. Sandgebiet Burkuti südlich vom Dnjepr-Liman. Flugsandfläche mit Kupstendüne; auf dieser oben *Cytisus borysthenicus*, rechts an deren Hang *Linaria odora* (Foto H. WALTER).

Durch Beweidung wird die Grasnarbe leicht beschädigt und *Euphorbia seguieriana* begünstigt, der Sand gerät leicht in Bewegung. An solchen Stellen siedelt sich *Calamagrostis epigeios* an.

Sobald sich größere Flugsandflächen bilden, treten neue Arten, die für beweglichen Sand charakteristisch sind, auf. Das sind *Agropyrum dasyanthum*, *Elymus giganteus*, *Carex colchica*, *Cytisus borysthenicus*; *Jurinea laxa* bleibt erhalten und breitet sich aus. Von Einjährigen findet man hier nur *Digitaria sanguinalis*. Dazu kommen *Linaria odora*, *Dianthus squarrosus*, *Artemisia arenaria*, *Salix acutifolia* und *Salix rosmarinifolia* (Abb. 146).

Werden diese beweglichen Sande vor Beweidung geschützt, so tragen die genannten Arten zur allmählichen Festlegung bei. Es erscheinen dann wieder *Euphorbia seguieriana*, *Syrenia angustifolia*, *Polygonum arenarium*; dann gesellt sich *Artemisia inodora* dazu; sobald sich die Gräser einfinden, wird das Sandsteppenstadium wieder erreicht.

Die Sandsteppen auf der Insel Dsharylgatsch, die durch Muschelschichten unterlagert sind, weisen eine andere floristische Zusammensetzung auf:

Festuca beckeri, *Elymus giganteus*, *Agropyrum pectiniforme* (*sabulosum*), *A. cimmericum*, *Cynodon dactylon*, *Secale silvestre*, *Carex colchica*, *Euphorbia seguieriana*, *Helachrysium arenarium*, *Asperula graveolens*, *Medicago alcaita* (*erecta*), *Verbascum pinnatifidum*, *Astragalus virgatus*, *Centaurea arenaria*, *Chondrilla juncea*.

Medicago falcata (*erecta*) wird bis zu 120 cm hoch. Da sie auch dürre-resistent ist, sind Versuche gemacht worden sie an Stelle von Luzerne anzubauen.

Neben diesen Neoeendemiten oder Ökotypen kommen noch andere vor: *Odontites serotina* (*salina*), *Teucrium polium* (*glabrum*).

Hier ist auch der einzige Standort von *Chrysopogon gryllus* in der Ukraine (sonst Südkrim). Diese Grasart bildet hier große bis zu 110 cm hohe Bestände bei 20–40 % Deckung. Begleitet wird sie von *Apera spica-venti* oder *Schoenus nigricans*, dazu *Secale fragile*, *Poa bulbosa*, *Medicago falcata*, *Asparagus maritimus*, *Centaurea scabiosa* (*depressa*), *Cynanchum acutum*, *Thymelaea passerina*, *Koeleria glauca*, *Senecio borysthenicus*.

5. Südliche Federgrassteppen (Stipeta)

Der südlichste und trockenste Teil wird von Steppen eingenommen, in denen die Kräuter gegenüber den Gräsern schon sehr stark zurücktreten. Wir können sie als dritte Steppenunterzone unterscheiden, die aber die Meeresufer nicht überall erreicht, sondern hier von halbwüsten-ähnlicher Vegetation abgelöst wird. Das Relief ist im Küstengebiet des Schwarzen und Asowschen Meeres vollkommen eben, die Täler kaum ausgebildet.

Die Steppenzone entspricht den südlichen und den kastanienfarbigen Schwarzerden und zeichnet sich durch folgende floristische Zusammensetzung aus:

Dominant sind *Festuca sulcata*, *Stipa lessingiana*, *S. capillata*, *S. ucrainica*, *Agropyrum cristatum* und *Carex stenophylla*, die hier an Stelle der *Carex schreberi* der nördlichen Steppen tritt.

Folgende Arten der krautreichen Federgrassteppen fehlen: *Bromus riparius*, *Paeonia tenuifolia*, *Crambe tatarica*, *Vinca herbacea*, *Salvia nutans*, *S. austriaca*, *Serratula radiata* u. a.

Charakteristisch sind die xerophilen Steppenarten: *Tulipa schrenkii*, *Trinia hispida*, *Astragalus utriger*, *Limonium sareptanum*, *Rindera tetraspis*, *Pyrethrum millefoliatum*, *Centaurea taliewi* u. a.

Interessant ist es festzustellen, daß gerade diese südlichen, trockenen Steppen zonen zu der Neubildung einer Reihe endemischer Kleinarten bei gewissen Gattungen oder Sammelarten geführt haben, so z. B. bei der Gattung *Thymus*, bei *Silene otites* s. l., bei der Gattung *Centaurea*, bei *Agropyrum* s. str. usw. Die meisten von ihnen sind allerdings an die Felsstandorte gebunden. In diesen südlichen Steppen steigt der Anteil des aralokaspischen Geoelements. Dazu gehören z. B. *Aneurolepidium ramosum*, *Tulipa schrenkii*, *T. biebersteiniana*, *Carduus uncinatus*, *Cachrys*

odontalgica, *Ferula caspica*, *F. tatarica*, *Achillea leptophylla*, *Acroptilon picris*; ostwärts vom Dnjepr kommen dazu *Atriplex sphaeromorpha*, *Centaurea taliewi*, *Astragalus reduncus* u.a. Viele dieser Arten besitzen ein disjunktes Areal (*Cachrys odontalgica*, *Carduus uncinatus*), da zwischen den Fundorten am Schwarzen Meer und dem östlichen Vorkommen im Donezgebiet keine direkte Verbindung besteht; es handelt sich wohl um Relikte einer Trockenzeit.

Die südlichen Federgrassteppen lassen sich nochmals unterteilen: Eine frischere Ausbildungsform im Norden und eine trockenere im Süden (Mesostipetum und Xerostipetum). Dazu kommt die den Halbwüsten nahestehende Wermutreiche Steppe (Artemisieto-Stipetum).



Abb. 147. Naturschutzgebiet Askania Nowa mit Herde von 16 südafrikanischen Elenantilopen in offener Steppe (Foto H. WALTER, ebenso Abb. 148–149).

a) Frische südliche Federgrassteppen (Mesostipetum)

In dieser sind noch Arten der krautreichen Federgrassteppe anzutreffen, die der trockenen fehlen. Das sind: *Adonis wolgensis*, *Amygdalus nana*, *Caragana frutex*, *Limonium latifolium*, *Thymus marschallianus* s.l., *Inula germanica* u.a. Charakteristisch ist auch *Limonium membranaceum*.

1) Nikolajew-Berdjansk-Variante

Bei Odessa erreicht diese Variante das Schwarze Meer, sonst ist sie von diesem durch die trockenere getrennt. Ostwärts vom Dnjepr verläuft ihre Südgrenze südlich von Kachowka und nördlich von Melitopol.

Das Gelände ist äußerst flach. Eingestreut sind kleine Senken, als Pods bezeichnet, die eine Sumpfwiesenvegetation besitzen (S. 187, 152); kleinere werden auch von Schlehengebüsch ausgefüllt. Der Boden ist südliche Schwarzerde.

Die Artenzahl ist geringer als in der krautreichen Federgrassteppe, aber noch höher als in der weiter südlich gelegenen trockenen und wermutreichen Federgrassteppe. JANATA gibt z.B. folgende Zahlen an:

Südliche Federgrassteppe
frische: 145 Arten, davon fehlen 62 den beiden anderen;
trockene: 104 Arten, davon fehlen 19 den beiden anderen;
wermutreiche: 51 Arten, davon fehlen 16 den beiden anderen.

2) Salgir-Variante

Es handelt sich um eine Steppengesellschaft der Krim.

b) Trockene südliche Federgrassteppen (Xerostipetum)

Über diese Steppen sind wir am besten unterrichtet, da die unter Naturschutz stehende Ursteppe von Askania Nowa hierher gehört. Sie erstrecken sich vom Kujalnik-Liman im Westen bis über die Molotschna ostwärts hinaus; nur stellenweise werden sie durch Salzgesellschaften und die Sandsteppen am unteren Dnjepr unterbrochen. An den Ufern des Siwasch werden sie durch noch trockenere halbwüstenähnliche wermutreiche Federgrassteppen ersetzt.

Sehr charakteristisch sind in diesem ebenen Gelände die besonders zahlreichen Pods, die zuweilen riesige Dimensionen erreichen können. Die Böden sind dunkelkastanienfarbig.

Auf die floristischen Unterschiede gegenüber den frischeren südlichen Federgrassteppen wurde bereits hingewiesen. Die genannten aralo-kaspischen Geoelemente treten hier besonders häufig auf. Am Boden kommen außer *Tortula ruralis* die Flechten *Parmelia vagans*, *Cladonia subrangiformis*, *Diploschistes scruposus*, *Psora decipiens*, *Cladonia convoluta* u.a. vor.

Die Jahresniederschläge betragen in Askania Nowa in den Jahren 1910–1942 im Mittel 412 mm und schwankten zwischen 588 mm und nur 232 mm, wobei die Zahl der Jahre mit Niederschlägen über und unter dem Mittel genau gleich war.

1) Askania Nowa-Variante mit vielen Pods

Diese Variante ist für die Federgrassteppe der ganzen Ukraine charakteristisch, nur die krim-



Abb. 148. Naturschutzgebiet Askania Nowa: Südliche trockene Steppe mit viel *Stipa capillata* im Juli. Gehalten werden zwei Steppenläufer: Ein großer = *Phlomis pungens* und ein kleiner = *Trinia*.



Abb. 149. Askania Nowa: Ursteppe im Sommer mit *Falcaria vulgaris*-Aspekt.

schen Federgrassteppen weichen in ihrer floristischen Zusammensetzung merklich ab und müssen als besondere Variante abgetrennt werden.

Die folgende Beschreibung bezieht sich auf das große von FALZ-FEIN gegründete Naturschutzgebiet, das insgesamt 32000 ha umfaßt, von denen etwa 7000 ha unberührte Steppe sind; ein Teil der Steppe dient als Tierpark für afrikanische und asiatische Wildarten (Abb. 147).

Das ganze Gebiet zeigt keinerlei Zertalung oder Schluchtenbildung. Es ist völlig eben und weist nur zahlreiche verschieden große Senken oder Pods auf, von denen der größte eine Länge

von 6 km, eine Breite von 4 km, allerdings bei einer maximalen Tiefe von nur 4–6 m besitzt. Etwas nördlicher von Askania Nowa liegt der noch größere Pod Agaiman. Das Mikrorelief ist nur schwach ausgebildet.

Kleinste Höhenunterschiede bedingen schon eine gewisse Änderung der Pflanzendecke. So heben sich z.B. die Bauten des Steppenmurmeltiers (*Arctomys bobac*), das heutzutage hier ausgestorben ist, durch ihren Bewuchs hervor.

Man unterscheidet in Askania Nowa zwei Steppenfacies, die sich nur wenig unterscheiden: In der einen dominieren *Festuca sulcata* und *Stipa*-Arten, in der anderen *Pyrethrum millefolium* mit *Festuca sulcata*.

Die wichtigsten Arten der *Festuca-Stipa*-Gesellschaft sind:

Stipa ucrainica, *S. lessingiana*, *S. capillata* (Abb. 148), *Festuca sulcata*, unter den Kräutern *Statice sareptana*, *Goniolimon tataricum*, *Ferula orientalis*, *F. caspica*, *Seseli tortuosum*, *Eryngium campestre*, *Astragalus utrigger*, *A. pubiflorus*, *A. dolichophyllus*, die Zwiebelpflanzen *Tulipa schrenkii*, *Ornithogalum tenuifolium*, *Gagea pusilla*, *G. bulbifera*, *G. szovitsii*, *Allium sphaerocephalum*, *A. guttatum*, *A. paczoskianum* (*pulchellum*); dazu kommen die Winterannuellen *Erophila verna*, *Veronica verna*, *Myosotis micrantha*, *Alyssum desertorum*, *Androsace elongata*, *Viola kitaibeliana*, *Cerastium ucrainicum*, *Holosteum umbellatum* sowie Flechten und Moose.

Die Aspektfolge dieser Steppen ist bei H. WALTER 1968 S. 620 genau wiedergegeben. Abb. 149 zeigt den *Falcaria vulgaris*-Aspekt.

Die zweite Facies zeichnet sich durch das häufige Vorkommen von *Pyrethrum millefolium* aus, wodurch sogar die Gräser z.T. zurückgedrängt werden. Die Begleitarten sind sonst dieselben. Nach SCHALYT ist *Astragalus gracilis* in dieser Facies häufiger.

Die kaum merklichen Depressionen sind durch ein stärkeres Vorherrschen der Kräuter gekennzeichnet, z.B. von *Medicago falcata*, *Galium ruthenicum*, *Achillea micrantha*, *Phlomis tuberosa*, *Falcaria vulgaris*, *Carex schreberi* u.a.

Insgesamt wurden in Askania Nowa 400 Arten gefunden. Davon gehören jedoch nur 250 Arten den natürlichen Steppen an. Von letzteren entfallen auf die Compositen 40 Arten, auf die Gramineen 28, auf die Leguminosen 21 und auf die Cruciferen 20. Als aufbauende Arten sind die Gräser jedoch weitaus an erster Stelle zu nennen. Was die Artendichte anbelangt, so kommen auf einem m² im Mittel 17 Arten, auf

16 m² — 25 Arten und auf 64 m² — 33 Arten vor. Der mittlere Deckungsgrad ist 50–55%. Die Höhe der Steppenvegetation ist im Juni (*Stipa*-Arten) 35–40 cm; die Untergräser (*Festuca sulcata*) erreichen mit ihren Blättern nur 20 cm. Die Entwicklung der Ephemerer (Winterannuellen) hängt ganz von der Witterung des Jahres ab. In einzelnen Jahren wurden 2–3 Tausend *Erophila*-Pflänzchen pro m² gezählt.

Die Produktivität der Pflanzendecke, gemessen am Heuertrag, beträgt in guten Jahren 5–6 dz/ha, in schlechten nur 1,5–2 dz/ha. Sie ist also als relativ gering zu bezeichnen.

Sind die Böden solonziert, so ändert sich gleichzeitig auch die floristische Zusammensetzung. Bei ganz leicht solonzierten Böden nimmt der Anteil der *Stipa*-Arten ab und derjenige von *Festuca sulcata* zu. *Kochia prostrata* tritt höchstens ganz vereinzelt auf. Bei mittelstarker Solonzierung findet man die *Stipa*-Arten ganz vereinzelt und *Festuca sulcata* dominiert. Auf stark solonzierten Kastanienerden schließlich nimmt die Artenzahl plötzlich ab und es herrschen *Kochia prostrata* und *Festuca sulcata* vor. Auf Säulensolonez ist die Deckung nur noch 20%. In der *Kochia prostrata*-*Festuca sulcata*-Gesellschaft findet man noch *Pyrethrum millefolium*, *Artemisia austriaca*, *Euphorbia seguieriana*, *Carex stenophylla*, *Polycnemum arvense*, *Polygonum novosibiricum*, *Agropyrum ramosum* u. a. Im Frühjahr entwickelt sich hier stark *Poa bulbosa* var. *vivipara*. Auf solonzierten Böden findet man auch oft sehr zahlreich *Aster villosus*.

Auf die Pflanzendecke der Pods kommen wir später zurück.

Interessant sind die Untersuchungen von SCHALYT und KALMYKOWA über das Wurzelsystem der Steppenpflanzen. Der weitaus größte Teil (81,3%) des Wurzelsystems auf Plateaustandorten beschränkt sich auf die oberen $\frac{2}{3}$ des Humushorizontes und geht nur etwa 40 cm tief. Unter 50 cm im karbonathaltigen Löß findet man nur noch 6,1% der gesamten Wurzelmasse. Die Gesamtfläche der Wurzeln in 1 m³ Boden wird mit 225 m² angegeben, wobei 94,8% wiederum auf den Boden bis 50 cm Tiefe kommen. Diese Flächenangabe dürfte jedoch zu gering sein, weil das Herauspräparieren der feinsten Wurzelenden eine sehr schwierige Angelegenheit ist (vgl. Wurzelprofile bei H. WALTER 1968, S. 644 ff.). Auf jeden Fall ist in den trockenen Steppen die oberirdische Masse viel kleiner als die unterirdische. Auf 1 g oberirdischer luft-

trockener Pflanzenmasse kommen 14 g an Wurzeln.

Dieselben Autoren haben auch den Einfluß eines Steppenbrandes auf die Zusammensetzung der Pflanzendecke studiert. Ein einmaliger Brand wirkt sich nicht sehr stark aus, da das Feuer hauptsächlich nur die tote Pflanzenmasse vernichtet, und die Steppe erholt sich bald wieder, so daß wenige Monate nach dem Brand erneut eine Beweidung möglich ist. Dabei zeigt es sich, daß die *Stipa*-Arten selbst ein Jahr nach dem Brand noch nicht wieder blühen; die Zahl der einjährigen Pflanzen nimmt stark ab und erscheint in normaler Anzahl meistens erst nach einigen Jahren. Besonders stark wird die Bodenschicht mit niedrigen Pflanzen betroffen; es dauert Jahre, bis sie sich wieder völlig erholt. Dürrejahre wirken sich am stärksten auf die Vegetation der Pods aus. Sie leiten hier bestimmte Sukzessionen ein. Interessant sind auch die Sukzessionen, die durch die Raupen von *Cledelobia moldauica* hervorgerufen werden (PACZOSKI). Die Raupen treten in einigen Jahren massenweise auf und fressen die oberirdischen Teile von *Festuca sulcata* an der Bodenoberfläche ab, wodurch die Pflanzen absterben und kahle Stellen entstehen. Auf diesen treten zunächst Unkräuter und einjährige Arten auf, wie *Veronica verna*, *Myosotis micrantha*, *Holosteum umbellatum*, *Erophila verna*, *Sisymbrium thalianum* u. a.

Eine eigene Flora besitzen auch die Bauten der Steppennagetiere (bis 1 m Höhe): Um diese herum treten Ruderalpflanzen auf, wie *Hyoscyamus niger*, *Chenopodium foliosum*, *Sisymbrium sophia*, u. a.; auf den aufgeworfenen Hügeln selbst wachsen verschiedene kalkliebende Pflanzen wie *Bromus squarrosus*, *Lepidium perfoliatum*, *Sisymbrium pannonicum*, *Salsola kali*. Selbst auf nicht bewohnten Bauten bleibt die Unkrautflora sehr lange erhalten.

Einen besonders starken Einfluß übt die Beweidung auf die Steppenvegetation aus. Wir wollen die verschiedenen von PACZOSKI unterschiedenen Stadien hier anführen:

I. Bei fehlender oder sehr geringer Beweidung reichern sich die toten Pflanzenteile an. Sie erschweren das Wachstum der Steppengräser. Die Verjüngung der alten Grashorste ist mangelhaft. Deshalb werden die Horstgräser durch die Rhizomgräser (*Agropyrum repens*, *Bromus inermis*) ersetzt und zwischen diesen entwickeln sich meist bienne Arten besonders kräftig (*Falcaria vulgaris*, *Melilotus officinalis*), da die kleinen

Annuellen zwischen den toten Resten nur schlecht aufkommen. Die Steppe macht einen heterogenen, verunkrauteten Eindruck und die Pflanzendecke ist wenig stabil. Infolge des fehlenden Viehtritts wird der Boden aufgelockert.

II. Bei mäßiger Beweidung befindet sich die Steppe im optimalen Stadium. Die Verjüngung der Steppengräser ist normal, die Eindringlinge unter den Pflanzenarten (Ingredienten) werden unterdrückt. Die Vegetation macht einen sauberen unkrautfreien Eindruck und die Produktivität an Pflanzenmasse ist maximal.

III. Verstärkt sich die Beweidung, so verschwinden zuerst die *Stipa*-Gräser in der Reihenfolge *Stipa dasyphylla* und *S. stenophylla*, dann *S. lessingiana* und schließlich *S. capillata*; an ihre Stelle tritt der Steppenschwingel (*Festuca sulcata*), der bei einem bestimmten Beweidungsgrad fast den ganzen Boden mit seinen Grasbüscheln bedeckt. Die Pflanzenmasse verringert sich und die Vegetation wird xerophiler.

IV. Bei starker Beweidung leidet auch der Schwingel und an seine Stelle tritt *Poa bulbosa*, die in den vorhergehenden Stadien bedeutungslos war oder ganz fehlte. In Jahren mit feuchtem, warmem Frühjahr entwickelt sich diese Art sehr üppig, in trockenen Jahren dagegen brennt die Steppe völlig aus und wird wüstenähnlicher. Erst später im Sommer entwickeln sich hier ungenießbare Wolfsmilcharten, *Artemisia austriaca* und *A. maritima*, *Thymus marschallianus*, gegen Ende des Sommers und im Herbst tritt in Massen *Eragrostis minor* auf. Im ersten Frühjahr findet man viele *Gagea*-Arten und zahlreiche Winterannuelle.

V. Wird die Steppe völlig überweidet, dann verschwindet auch *Poa bulbosa* fast ganz und es treten nur noch einjährige Arten meist mit ausgebreiteten Stengeln und Ästen auf. Der Weidewert sinkt auf Null. Es verbleiben nur *Atriplex laciniata*, *Polygonum aviculare*, *Ceratocarpus arenarius* u. a. Oft verschwinden auch diese und der Boden ist dann völlig kahl.

Für die Erhaltung der Steppenvegetation in optimalem Zustande scheint also eine leichte Beweidung die Voraussetzung zu sein. Unter natürlichen Verhältnissen würde diese durch die Herden wilder Steppentiere bewirkt (Wildpferde, Saiga-Antilope), während das Vieh die Weide meist zu stark beansprucht und eine Degradation der Vegetation bewirkt.

Auch die regelmäßige Mahd verändert die Pflanzendecke der Steppe, denn sie richtet sich

hauptsächlich gegen die Horstgräser, die nicht so leicht regenerieren wie die Rhizomgräser und viele Kräuter.

Wird die Vegetation der Steppe vollkommen durch Ackerbau zerstört und läßt man danach den Acker unbearbeitet liegen, dann kann im Laufe vieler Jahre die Steppenvegetation sich wieder vollständig regenerieren. Dabei werden folgende Stadien durchlaufen, die ganz allgemein für alle Steppen Gültigkeit haben (SALESSKI und LAVRENKO):

I. Stadium der Ackerunkräuter, deren Zusammensetzung vor allen Dingen durch den Anbau bestimmt wird. Es sind hauptsächlich ein- und zweijährige Pflanzen. In den trockeneren Steppenzonen überwiegen dabei die einjährigen, in den feuchteren und namentlich bei schlechter Bodenbearbeitung die mehrjährigen. So findet man im Norden auf einjähriger Brache besonders häufig *Cirsium arvense*, zuweilen *Agropyrum repens* und im Süden *Agropyrum ramosum*. Auf zweijähriger Brache sind *Carduus acanthoides* und *C. nutans* sehr zahlreich.

II. Stadium der Rhizom-Pflanzen: In der Waldsteppenzone überwiegt *Poa angustifolia*, *Calamagrostis epigeios*, *Bromus inermis* und einige Dikotyledonen; südlicher breitet sich jetzt *Agropyrum repens*, bei Beweidung *Artemisia austriaca* aus. Mehr lokale Bedeutung haben *Hierochloë odorata* und *Artemisia absinthium*; in der südlichen Federgrassteppe erreicht *Agropyrum ramosum* die Vorherrschaft. Der Weidewert dieser Brachflächen ist gut.

III. Stadium der Horstgräser: Mit zunehmendem Alter der Brachflächen treten immer mehr Horstgräser wie *Festuca sulcata*, *Koeleria gracilis* und *Stipa*-Arten auf, die allmählich die Rhizomgräser immer mehr verdrängen.

IV. Stadium der sekundären Steppen: Es finden sich auch allmählich die übrigen Arten der Steppe ein.

Die Zeit, die notwendig ist, um diese Stadien zu durchlaufen, hängt von sehr vielen Umständen ab: Von der Mächtigkeit des Humushorizontes, der Art der Bodenbearbeitung, der Zahl der Jahre, die der Boden kultiviert wurde, von der Art des letzten Anbaues, der Nutzung der Brache (beweidet oder nicht usw.) und der Entfernung bis zu noch vorhandener Steppenvegetation. Für das Gebiet um Odessa gibt PACZOSKI eine Mindestdauer von 30–50 Jahren bis zur Ausbildung der Sekundärsteppe an. SCHALYT stellte in Askania Nowa auf 29-jähriger Brache schon

Stipa lessingiana und *Stipa capillata* fest, aber doch nur in geringer Anzahl. Er nimmt daher eine Gesamtdauer von 60–70 Jahren für die Regeneration der Steppe an. Speziell für Askania Nowa ist das zeitweilige Massenaufreten von *Agropyrum ramosum* und *Centaurea diffusa* auf Dauerbrache bezeichnend. Wermutsteppen sollen nach JANATA schon nach 10 Jahren regenerieren.

Für die südliche Federgrassteppe läßt sich auch eine charakteristische Ackerunkrautflora anführen, die an diese Zone gebunden ist.

Die schädlichsten Unkräuter sind *Agropyrum ramosum* und *Acroptilon picris*, dann *Amaranthus albus*, *Avena ludoviciana*, *Erysimum repandum*, *Galium tricornis*, *Linaria biebersteinii*. Weniger verbreitet sind *Adonis flammeus*, *Agropyrum orientale*, *Aegilops cylindrica*, *Euphorbia falcata*, *E. humifusa*, *Papaver laevigatum*, *Androsace maxima*, *Statice sareptana* u.a. Dazu kommen zum Teil weit verbreitete Kreuzblütler wie *Sinapis arvensis*, *Lepidium draba*, *Sisymbrium sophia*, *S. sinapistrum*, *Brassica elongata*. Gemeine Unkräuter wie *Chenopodium album*, *Convolvulus arvensis* und *Amaranthus retroflexus* treten hier zurück. Die schädlichen Rhizomunkräuter der Waldsteppe ziehen sich in die feuchteren Pods zurück (*Agropyrum pseudo-caesium*, *Cirsium canum* u.a.).

In den Baumwollfeldern macht sich *Cynodon dactylon*, der aus der Krim eingewandert ist, sehr unangenehm bemerkbar.

Ergänzend müssen schließlich noch folgende Unkräuter genannt werden:

Chondrilla juncea, *Eragrostis minor*, *Setaria viridis*, *Melilotus officinalis*, *Lathyrus tuberosus*, *Polygonum aviculare*, *P. convolvulus*, *Salsola kali* (ruthenica), *Sideritis montana*.

Die Unkrautflora weist schon Züge auf, die auf eine Entstehung aus der Lokalfloora hindeuten.

2) Taurische Variante

Sie nimmt den größten Teil der Steppenkrim ein (Teil VII/3).

c) Die Wermutfedergrassteppe (*Artemisiето-Stipetum*)

Die Gesellschaft steht schon an der Grenze zwischen den eigentlichen Steppen mit vorherrschenden Gräsern und den Halbwüsten mit vorherrschenden Halbsträuchern und geringem Deckungsgrad der Vegetation.

Sie kommt im südlichsten Teil der Ukraine als schmaler Streifen am Ufer des Karkinit- Meerbusens und an der Küste des Faulen Meeres (Siwasch) vor und erstreckt sich am Ufer des Asowschen Meeres bis zum Molotschna-Liman.



Abb. 150. Südliche *Artemisia*-reiche Steppe bei Skadowsk am Karkinit-Meerbusen (Foto H. WALTER).

Die Böden sind helle Kastanienerden mit nur 2% Humus in den oberen Horizonten und einem deutlich ausgebildeten und stark verdichteten B-Horizont.

Zu den typischen Wermuthalbwüsten kann man diese Gesellschaft noch nicht stellen, denn die Gräser, vor allen Dingen *Stipa lessingiana*, *S. ucrainica* und *Festuca sulcata*, sowie die hier sehr charakteristische Art *Agropyrum imbricatum* überwiegen noch. Doch tritt *Artemisia taurica*, die zur *A. maritima* im weiteren Sinne gehört, schon in größerer Menge auf und kann bei zunehmender Solonzierung sogar dominant werden (Abb. 150). Zwischen die hellen Kastanienerden sind schon überall Solonezböden insel förmig eingestreut und es kommen echte halbwüstenhafte Gesellschaften zustande, da neben der *Artemisia taurica* auch *Kochia prostrata* und *Camphorosma monspeliacum* zahlreicher auftreten. Überhaupt übt das Mikorelief einen sehr starken Einfluß auf die Vegetation aus. In kleinen abflußlosen Senken bilden sich dichte Bestände von *Stipa capillata* aus, in tieferen sogar eine wiesenartige Vegetation.

Im allgemeinen ist die Wermutfedergrassteppe schon sehr viel offener. In den Zwischenräumen zwischen den ausdauernden Arten können sich viele Therophyten ansiedeln und Moose, sowie Flechten bedecken in größerer Zahl den Boden.

Bei starker Beweidung werden die Federgräser zurückgedrängt und *Artemisia maritima* breitet sich stark aus. Deshalb erhält man leicht den Eindruck einer Halbwüste, die aber doch mehr sekundärer Natur ist.

Die größte Zahl der Begleitarten ist dieselbe wie bei den südlichen Federgrassteppen, dazu kommen

einige neue hinzu: Für die Insel Tschurjuk gibt SCHALYT folgende Liste: *Stipa*-Arten (selten), *Koeleria gracilis*, *Festuca sulcata*, *Agropyrum repens*, *A. glaucum*, *A. cristatum*, *Tulipa schrenkii*, *Iris pumila*, *Camphorosma monspeliacum*, *Kochia prostrata*, *Sisymbrium junceum*, *Medicago falcata*, *Astragalus reduncus*, *Althaea pallida*, *Statice tatarica*, *S. gmelini*, *S. sareptana*, *Marubium peregrinum*, *Phlomis pungens*, *Ph. tuberosa*, *Aster villosus*, *Achillea micrantha*, *A. setacea*, *Artemisia taurica*, *A. austriaca*, *Echinops ritro*, *Carduus uncinatus*.

Sehr groß ist die Zahl der einjährigen Ephemerer (Ingredienten), aber auch anderer Arten:

Poa bulbosa, *Petrosimonia volvox*, *Echinopsilon sedoides*, *Delphinium consolida* (paniculatum), *Bromus tectorum*, *Chondrilla juncea* u. a.

Dazu kommen die niederen Pflanzen: *Nostoc*, *Tortula ruralis*, *Cladonia convoluta*, *Cornicularia steppae*.

Die verbrackten Stellen zeichnen sich durch eine spezifische Zusammensetzung der Flora aus. Kleinste Höhenunterschiede bedingen hier eine Änderung der Vegetation.

Es kommen hinzu:

Artemisia taurica mit *Camphorosma* oder diese beiden mit *Obione verrucifera* und dazu *Statice gmelini*, *Atripis festucaeformis*, *Petrosimonia volvox*, *Bupleurum crassifolium* und *Statice suffruticosa*.

Bei den nassen Solontschak-Böden ist die Zonation noch ausgeprägter und die einzelnen Gesellschaften ordnen sich in folgende schmale konzentrische Streifen an (mit dem feuchtesten beginnend):

1. Streifen mit einzelnen *Halocnemum strobilaceum*-Polstern.
2. Dazu gesellen sich *Salicornia herbacea*, *Suaeda maritima*, *Statice suffruticosa*, *Frankenia hirsuta*.
3. Außer den zuletzt genannten noch *Atripis festucaeformis*, *Aeluropus litoralis*, *Petrosimonia crassifolia*, *Statice caspia* u. a.
4. Übergang von Solontschak zu Solonez mit *Artemisia maritima* (salina).

Ähnliche Angaben macht KOROV. In seinen Listen findet man noch *Ephedra distachya* (mehr an den Hängen), *Peganum harmala* (mehr ruderal), *Salsola laricina*, *Iris aequiloba*, *Cynanchum acutum*, *Tournefortia arguzia* (= sibirica), *Dianthus leptopetalus* u. a.

Im Frühjahr (Ende März–Anfang April) entwickeln sich unzählige ephemere Arten.

Es sind: *Veronica triphyllus*, *Ceratocephalus orthoceras*, *Gagea pusilla*, *G. bulbifera*, *Chorispora tenella*, *Draba verna*, *Lamium amplexicaule*, *Androsace maxima*, *A. elongata*, *Holosteum umbellatum*, *Alyssum minimum* u. a. Etwas später beginnt zu blühen: *Tulipa schrenkii*, die mit ihren prächtigen großen Blüten eine Zierde der Steppe ist, zusammen mit den gelben und blauen und violetten *Iris pumila* (*aequiloba*); dazu kommen *Viola arvensis*, *Valerianella*-Arten u. a.

Die Unkrautflora entspricht derjenigen der süd-

lichen Federgrassteppe, doch kommen einige neue, nicht sehr verbreitete Arten hinzu: *Centaurea inuloides*, *Heliotropium stevenianum*, *Pterotheca bifida*, *Hordeum caput-medusae*, *Linaria macroua*; auf Dauerbrache *Salsola kali*, *Atriplex tataricum*, *A. nitens*. Von der Krim aus hat sich auch in diesem südlichsten Teil der Ukraine *Peganum harmala* ausgebreitet.

Floristisch interessant sind die Arten des aralo-kaspischen Elements, die ein disjunktes Areal besitzen:

Salsola laricina, *Erysimum versicolor*, *Statice suffruticosa*, *Saussurea salsa*, u. a. Ihr Hauptareal befindet sich in der aralo-kaspischen Niederung und die nächsten Vorkommen, die mit dem Hauptareal verbunden sind, befinden sich in der nordkaukasischen und asowschen Steppe. Die Fundorte hier am Siwasch sind als Relikte aus einer postglazialen xerothermen Zeit zu betrachten. Ähnliche Relikte findet man unter den Halophyten dieses Gebietes, wie *Tetradiclis tenella*, *Ofaiston monandrum* u. a.

Bedeutend ist auch die Zahl der Neoendemismen, die in letzter Zeit als besondere Kleinarten beschrieben wurden.

d) Wermutsteppe

(*Stipeto-Artemisietum salinae*)

Sie unterscheiden sich von den vorhergehenden dadurch, daß an Stelle der *Artemisia taurica* die *Artemisia maritima* (salina) tritt, die streng an Säulensolonezböden gebunden ist. Mit ihr zusammen kommen *Artemisia austriaca* und *Festuca sulcata* vor; zerstreut findet man auch *Stipa capillata*, *Agropyrum cristatum*, *Kochia prostrata* und *Statice meyeri*; dazu kommen eine Reihe Begleiter, die wir bereits im vorigen Abschnitt nannten.

Diese Steppen sind in der Südukraine kaum verbreitet und beschränken sich von der Jagorlyk-Halbinsel nach Osten bis Skadowsk auf einen schmalen Streifen an der Meeresküste. Sie kommen stets im Komplex mit Federgrassteppen auf Schwarzerde oder Halophytengesellschaften auf Solontschakböden, sowie mit Sumpfvvegetation der Pods vor.

6. Azonale Salzpflanzengesellschaften der westlichen Steppenzone

Die Salzpflanzengesellschaften gehören zur azonalen Vegetation der Steppenzone. Durch

die Anwesenheit von leicht löslichen Salzen im Boden wird die floristische Zusammensetzung der Pflanzendecke in so starkem Maße beeinflusst, daß wir sie von den Steppengesellschaften abtrennen müssen.

Bei der Besprechung der Salzböden hatten wir bereits darauf hingewiesen, daß die Verbrackung durch verschiedene Salze hervorgerufen werden kann. Wir unterscheiden demnach:

1. Die Kalkverbrackung. Sie wird durch CaCO_3 hervorgerufen, wobei dieses als Bikarbonat im Grundwasser vorhanden ist, mit diesem kapillar zur Bodenoberfläche aufsteigt und hier als CaCO_3 ausfällt. Diese sekundär ausgefallenes CaCO_3 enthaltenden Böden muß man von den primären Kalkböden, z.B. auf anstehenden Kreidemergeln, Tertiärkalken usw. unterscheiden. Denn meist treten bei dieser Kalkverbrackung in geringsten Mengen auch Soda oder andere leichtlösliche Salze auf. Die Reaktion der Böden ist schwach alkalisch. Diese Kalkverbrackung tritt in den Depressionen der Lößterrassen in der Waldsteppenzone auf und die entsprechenden Salzwiesen begleiten die Überschwemmungswiesen vieler Steppenflußläufe. Wir beobachten sie an der Grenze zum semihumiden Klimagebiet.

2. Die Sodaverbrackung. Bei dieser kann Soda schon in beträchtlichen Mengen auftreten, wobei die Böden stark alkalisch werden. In geringerer Menge sind Chloride und Sulfate, namentlich letztere, stets vorhanden. Sie ist bezeichnend für abflußlose Flächen im Bereich des semiariden Klimagebiets.

3. Die Chlorid-Sulfat-Verbrackung oder Versalzung der Böden im eigentlichen Sinne. In diesem Falle reichern sich NaCl und Na_2SO_4 sowie MgSO_4 in größeren Mengen an. Sie tritt im ariden Klimagebiet auf.

Folgende Pflanzengesellschaften werden unterschieden:

I. Echte Halophytengesellschaften (Euhalophyta) auf stark versalzten Böden, die den Solontschakböden entsprechen, mit Untergruppen

- a) Sulfat-Soda-Böden-Gesellschaften
- b) Chlorid-Sulfat-Böden-Gesellschaften
- c) Salzgesellschaften der Sandmehrungen
- d) Strand-Salzgesellschaften mit *Cakile maritima* und *Euphorbia peplis*.

II. Salzsteppen auf Solonezböden und solon-

zierten Kastanienböden sowie auf Schwarzerde.

- a) halbwüstenähnliche, die bereits besprochen wurden
- b) am Meeresstrand.

III. Salzwiesen (Prata salina)

- a) Solontschakwiesen mit *Puccinellia palustris*, *Plantago asiatica*, *Scorzonera parviflora*, *Aster tripolium*, *Aeluropus litoralis*
- b) Solontschakartige Wiesen mit *Festuca orientalis*, *Carex karelini*, *C. distans*, *Agrostis stolonizans*, *Juncus gerardi*, *Alopecurus ventricosus*, *Triglochin maritimum*, *Heleocharis uniglumis*, *Scirpus maritimus*, *Cynodon dactylon*, *Agrostis alba* (gigantea und riparia)
- c) Solonezwiesen mit *Puccinellia*, *Plantago salsa*, *Lepidium latifolium*, *Agropyrum repens*, *A. elongatum*
- d) Solontschakartige Strandwiesen.

IV. Solod-Wiesen (Prata solodensia) auf entsalzten Böden

- a) Podwiesen mit *Agropyrum pseudocaesium*, *Beckmannia eruciformis*, *Butomus umbellatus* und *Carex nutans*
- b) Solodwiesen der Flußterrassen mit *Heleocharis* und *Scirpus maritimus*.

Größere Flächen nehmen die Salzpflanzengesellschaften in der Ukraine in folgenden Gebieten ein:

- a) im Küstengebiet der Meere
- b) auf dem linken Ufer des mittleren Dnjepr (Dreieck: Kiew-Konotop-Dnjepropetrowsk)
- c) auf dem rechten Ufer des mittleren Dnjepr (Belaja Zerkow-Obuchow-Kagarlyk)
- d) auf der Wasserscheide zwischen Dnestr und Bug auf anstehenden Balta-Schichten
- e) auf dem linken Ufer des mittleren Donez (Woltschansk-Kupjansk-Starobjelsk-Woroschilowgrad).

Alle diese Gebiete gehören der Steppen- und zum Teil der Waldsteppenzone an. Ins Gebiet von Polesien greifen sie nur im Osten herein, wo Karbonat-Brackwiesen zu finden sind.

Soweit Halophyten auf Wiesen im Bereich der Auen in semiariden und ariden Gebieten vorkommen, können sie sekundär nach Abholzen der Auenwälder auftreten. Im Walde entnehmen die Baumwurzeln das Wasser tieferen Bodenschichten und die Verdunstung von der Bodenoberfläche ist gering; nach der Entwaldung da-

gegen setzt eine sehr starke Verdunstung von der Bodenoberfläche ein und mit dem nach oben gerichteten Wasserstrom im Boden wandern auch die Salze und reichern sich an der Bodenoberfläche an, was zur Ansiedlung von Halophyten führt. Viele Brackflächen in der Donau-Theiß-Niederung sind als Folge der Entwaldung früherer Auen entstanden. Werden Auenwiesen beweidet, so begünstigt die Verdichtung des Bodens ebenfalls die Salzanreicherung an der Bodenoberfläche; die ersten Anzeichen der Verbrackung findet man auf Feldwegen in solchen Wiesen. Selbst in Mitteleuropa stellt sich das salzliebende *Trifolium fragiferum* (auch *Centaurium pulchellum*) auf tonigen Feldwegen oder Trittrasen ein (vgl. auch RABOTNOV 1972a).

a) Nördliche Salzwiesen auf dem linken Ufer des mittleren Dnjeprs

Diese Salzwiesen finden wir im Bereich der alten Dnjeprterrassen (unweit Nossowka) vom Oster (Neshin) im Norden bis zu dem Unterlauf des Supoj im Süden. Es ist das Vorpolesien-gebiet der Waldsteppe mit Ulmen-Eichenwäldern und den nördlichen feuchteren Wiesensteppen (Festuceto-Herbetum).

Das Relief ist wenig ausgeprägt, das Grundwasser liegt hoch und führt zu einer Karbonatverbrackung aller Depressionen mit solontschakartigen Böden.

Wichtige Arten sind: *Agrostis stolonizans*, *Trifolium fragiferum*, *Glaux maritima*, *Heleocharis uniglumis*, *Juncus gerardi*, *Scirpus maritimus*, *S. tabernaemontani*, *Triglochin maritimum*. Auch *Aster tripolium* ist hier zu finden und *Potentilla anserina* ist häufig.

Die Gesellschaft entwickelt sich nicht nur in den Depressionen der Lößterrassen, sondern auch im Bereich der selten überfluteten Auwiesen (meist am Fuße der Terrasse) des Dnjeprs und seiner Nebenflüsse.

Außerdem läßt sich, namentlich nach Süden hin, das Auftreten trockenerer Salzgesellschaften auf Solonezböden feststellen mit *Atropis convoluta*, *Camphorosma annuum*, *Festuca sulcata*, *Plantago maritima* u. a.

Von diesen Solonezbodengesellschaften sind nur kleine Inseln inmitten der feuchteren Salzwiesen verblieben, da der Grundwasserspiegel im allgemeinen im Steigen begriffen ist und damit eine sekundäre Karbonatverbrackung der Solonezböden zu beobachten ist. Diese wird an-

gezeigt durch das Auftreten von *Taraxacum bessarabicum*, *Scorzonera parviflora* und *Carex distans*.

KLEOPOV nennt folgende ökologische Reihe (Feuchtigkeit zunehmend):

Atropis convoluta mit *Plantago maritima* und stellenweise mit *Camphorosma annuum*.

Carex distans und *Juncus compressus* mit *Aster tripolium*, *Taraxacum bessarabicum* und *Agrostis stolonizans*.

Scirpus maritimus.

Scirpus lacustris.

Phragmites communis.

Im Tal des Supoi sind die Solonezgesellschaften ganz durch feuchte Wiesen- und Sumpfgesellschaften verdrängt. Nur einzelne Arten deuten auf die frühere Verbrackung hin. Auf diese Weise kommen so merkwürdige Vergesellschaftungen zustande wie *Molinia coerulea* mit *Carex distans* und *Plantago maritima*.

b) Südliche Salzwiesen auf dem linken Ufer des mittleren Dnjeprs und des Donez

Während die soeben beschriebenen Salzwiesenkomplexe ausschließlich eine Karbonatverbrackung aufweisen, tritt südlich von Supoi bereits auch eine Chlorid-Sulfatverbrackung auf, die durch das nach Südosten zu immer trockener werdende Klima begünstigt wird. Neben den oben beschriebenen halbhaliophilen Salzwiesen kommen schon halophile Salzwiesen mit *Atropis palustris* vor. Eingestreut sind Salzgesellschaften mit einjährigen Halophyten, wie *Salicornia herbacea* und *Suaeda prostrata* auf Chlorid- und Sulfat-haltigen Böden.

Da die Salzwiesen am Dnjepr und am Donez sich erheblich voneinander unterscheiden, seien sie einzeln behandelt.

1) Dnjepr-Salzwiesen mit *Camphorosma annuum*

Der Verbrackungsgrad nimmt in diesem Gebiet von Norden nach Süden zu, was in dem Auftreten neuer halophiler Pflanzenarten zum Ausdruck kommt.

Im Gebiet von Solotonoscha z.B. findet man Salzwiesen mit *Atropis palustris* und *Statice tomentella*, die dem Nossowkegebiet noch fehlen. Auch *Suaeda maritima* kommt hinzu. Im Gebiet von Kremenschug treten weitere neue Arten auf, die schon für Chlorid- und Sulfatböden kennzeichnend sind:

Salicornia herbacea, *Suaeda prostrata*, dazu *Lep-
turus pannonicus*, *Bassia hirsuta*, *Obione verrucifera*,
Statice caspia, *Saussurea amara* u. a.

Nach BILIK kann man 9 floristisch und standort-
lich verschiedene Assoziationen der Salzvegetation
in diesem Gebiet unterscheiden, wobei sich die mei-
sten noch in eine trockene und feuchte Subassoziation
gliedern.

Auf Solodböden:

1. Solod-Sumpfwiesen in tieferen Senken und am
Grunde der in die Lößterrassen des Dnjepr einge-
schnittenen Täler: *Butometum*.

2. Solod-Wiesen: Frische in kleinen seichten Sen-
ken mit dominierender Quecke (*Agropyrum repens*),
nasse in breiteren seichten Senken mit *Beckmannia*
eruciformis.

Auf Solonezböden:

3. Solonzierte Wiesen auf erhöhten Teilen der
Überschwemmungsaue: Trockene mit *Festuca sulcata*
und *Agropyrum repens*, frische mit *Alopecurus*
schreberi und *Statice tomentella*.

4. Solonzierte Steppen, große Flächen auf
schwarzerdeartigen Böden bei einem Grundwasser-
stand von 4–5 m: Dominierend *Festuca sulcata*, bei
zunehmender Degradation vorherrschend *Artemisia*
austriaca, *Kochia sedoides*, *Atriplex tatarica*.

5. Solonezvegetation auf sekundär durch Karbo-
nate leicht verbrackten Böden bei einem Grund-
wasserstand in 1,5–2 m Tiefe: Trockene auf etwas
erhöhten Stellen der Lößterrasse mit *Festuca sulcata*
und *Artemisia maritima* (*salina*), sowie *Plantago mari-
tima* und *Statice tomentella*; feuchte auf etwas niedri-
geren Stellen mit *Atropis convoluta*, *Camphorosma*
annuum und *Plantago maritima*, dazu *Artemisia salina*,
Aster tripolium, *Lepidium crassifolium*, *Obione peduncu-
lata*, *Statice tomentella* und selbst *Salicornia herbacea*
und *Suaeda maritima* (Deckungsgrad 45 %, Heuertrag
bis 8–10 dz/ha.)

Auf Solontschak-Böden:

6. Karbonatsolontschak-Wiesen, frische mit *Carex distans*, *Agrostis stolonizans*, *Juncus gerardi*, und
Festuca arundinacea; feuchte um Sümpfe und Senken
herum bei hohem Grundwasserstand mit *Agrostis*
stolonizans, *Heleocharis uniglumis*, *Triglochin mariti-
mum*.

7. Karbonatsolontschaksümpfe mit *Scirpus mari-
timus*, bei geringer Verbrackung *Phragmites*, *Typha*
angustifolia, *Scirpus lacustris* oder *Glyceria*.

8. Sulfat-Karbonatsolontschakwiesen mit *Triglo-
chin maritimum* und *Aster tripolium*.

9. Chlorid-Sulfat-Solontschak an Ufern von Salz-
seen mit *Salicornia herbacea*, *Suaeda maritima*, und
Atropis convoluta.

Bei den meisten trockeneren Salzgesellschaften
kann man zwei Entwicklungsphasen unter-
scheiden: Im Frühjahr herrschen *Festuca sulcata*
und andere nicht typisch halophile Arten vor;

die Salzpflanzen beginnen erst in der zweiten
Hälfte des Sommers das Wachstum und bilden
die Herbstphase, in der die anderen Arten be-
reits vertrocknet sind.

Die *Agrostis stolonizans*-Wiesen geben wenig
Heu (8–10 dz/ha, davon 30% Seggen). Sie
müssen periodisch umgepflügt werden: Dann
entwickelt sich in 3–4 Jahren *Agropyrum repens*
(Heuertrag 15–20 dz/ha), in 5–9 Jahren kommen
Agrostis stolonizans und *Carex distans* hinzu und
in 15–17 Jahren ist die frühere Vergesellschaftung
wieder hergestellt, indem sich zu den Ge-
nannten *Juncus gerardi*, *Taraxacum bessarabicum*,
Glaux maritima, *Aster tripolium*, *Triglochin mari-
tinum*, und an erhöhten Stellen *Festuca arundina-
cea* und *Geranium collinum* gesellen.

2) Donezgebiet-Salzwiesen ohne *Camphorosma annuum*

Die verbrackten Böden findet man im Donez-
gebiet hauptsächlich auf der jüngsten Löß-
terrasse, während für die älteren meist solodierte
Schwarzerde typisch ist.

Floristisch unterscheiden sich die Donez-Salz-
wiesen von den Dnjepr-Salzwiesen durch fol-
gende Merkmale:

1. *Carex distans* und *Agrostis stolonizans* werden
zum Teil durch *Festuca orientalis* ersetzt.
2. *Camphorosma annuum* kommt im Donezgebiet
mit Ausnahme des Donezkniees bei Tschuga-
jew-Smijew nicht vor.
3. Weit verbreitet ist im Donezgebiet *Plantago*
asiatica (= *P. cornuti*), die im Dnjeprgebiet
nur im Orel- und Samara-Tal gefunden wor-
den ist.

Besonders hervorgehoben werden muß, daß
im Donezgebiet eine sekundäre Verbrackung
durch steigendes Grundwasser und dement-
sprechend ein Übergang der Solonezgesellschaf-
ten in Solontschakgesellschaften ganz fehlt, da
das Gebiet sich nicht in Senkung befindet. Im
Gegenteil die Solontschakvegetation wird hier
zurückgedrängt.

BILIK (207) stellt folgende ökologische Reihe
für das Donezgebiet nach den Dominanten bei
abnehmender Reliefhöhe auf:

Festuca sulcata

↓

Plantago maritima und *Artemisia salina*

↓

(*Camphorosma annuum*)

↓

<i>Atropis palustris</i>	→	<i>Plantago asiatica</i>
↓		↓
<i>Festuca orientalis</i>		<i>Aster tripolium</i>
↓		↓
<i>Agrostis stolonizans</i>		<i>Salicornia herbacea</i>
↓		(Chlorid-Sulfat-Solontschak)
<i>Scirpus maritimus</i>		
↓		
<i>Scirpus tabernaemontani</i>		
(Karbonat-Solontschak)		

c) Salzpflanzengesellschaften des Samara-Gebietes

Auf den linken und rechten Lößterrassen des Samaraflusses nimmt die Verbrackung der Böden weiterhin zu. Die Karbonatverbrackung, wie wir sie vorwiegend weiter nördlich am Dnjepr besprochen haben, tritt hier gegenüber der Chlorid-Sulfatverbrackung meist in den Hintergrund. Echte Halophyten wie *Salicornia herbacea* und *Suaeda prostrata* sind schon allgemein verbreitet. Die halophile Flora wird artenreicher; man findet eine Reihe von Arten, die erst nach einer größeren Unterbrechung an der Meeresküste wieder auftreten und an der Samara wohl als Relikte anzusprechen sind: *Aeluropus litoralis*, *Spergularia marginata*, *Capsella procumbens*, *Frankenia hirsuta*.

Auch hier bilden verschiedene Salzpflanzengesellschaften Komplexe in Abhängigkeit vom Mikorelief.

PETRUSCHKO unterscheidet Solonezvegetation, sekundäre Solontschakvegetation und primäre Solontschakvegetation um die großen Salzseen, vor allem um den «Salzliman» bei Snamenka nicht weit von Nowomoskowsk.

Auf Solonezböden dominiert *Festuca sulcata* mit *Statice tomentella* oder *Artemisia salina* bei einem Deckungsgrad von 80–85 %. Daneben werden angeführt: *Poa bulbosa*, *Agropyrum repens*, *Potentilla argentea*, *Achillea millefolium*, außerdem *Poa pratensis* (latifolia), *Agropyrum elongatum*, *Plantago maritima*, *Lepidium crassifolium*, *Agropyrum cristatum*, *Eryngium campestre*, *Ornithogalum tenuifolium*, *Medicago lupulina*, *Lotus corniculatus*, *Taraxacum officinale* und die Reliktarten *Camphorosma monspeliacum*, *Suaeda confusa* u. a.

Auf sekundären Solontschakböden findet man: *Atropis convoluta*, *Obione verrucifera* und *O. pedunculata*, *Petrosimonia volvox*, *Spergularia salina*, *Plantago maritima*, *Artemisia salina*, *Statice caspia*, die Reliktarten *Frankenia hirsuta*, *Camphorosma songaricum*. Stellenweise treten schon *Suaeda prostrata* und *Salicornia herbacea* in größeren Mengen auf. Dieselben Arten namentlich die letzteren findet man viel häufiger noch um die Salzseen; dazu kommen hinzu *Aeluropus litoralis*, *Echinopsilon hirsutum*, *Atriplex litoralis*, *Statice caspia*, *Salsola soda*, *Aster tripolium*, *Triglochin maritimum*.

Daneben kommen auch Salzwiesen mit sekundärer Karbonatverbrackung vor, deren Vegetation sich nicht wesentlich von der weiter oben besprochenen unterscheidet.

d) Hemihalophile Sandvegetation

Das Kennzeichen für diese Gesellschaften besteht in dem Auftreten vieler Sandpflanzen (Psammophyten), was der sandigen Beschaffenheit des Bodens entspricht. In ihrer Verbreitung sind sie ganz auf die Sandgebiete des unteren Dnjeprs beschränkt, wo sie im nordwestlichen Teil derselben im sog. Burkut-Sumpf vorkommen.

Das Mikorelief ruft auch hier eine besondere Zonation hervor; denn nur die tiefer gelegenen Teile sind verbrackt:

1. Die Kuppen sind von Sandsteppenvegetation mit *Euphorbia seguieriana* bedeckt.
2. Auf niedrigen flachen Erhebungen findet man eine Sandwiesenvegetation mit *Cynodon dactylon*. Dazu kommen:
3. Feuchtere Wiesen mit *Cynodon dactylon*, *Calamagrostis epigeios* und einem Gürtel von *Salix cinerea*, *Frangula alnus* und *Eupatorium cannabinum*,
4. leicht brackige Wiesen mit *Festuca arundinacea*, *Agrostis alba*, *Carex diluta* und Solontschakboden mit *Atropis palustris* und *Statice meyeri*,
5. Senken mit Eichen-Birkenbeständen und einer Sumpfvegetation oder Schilfbeständen mit *Salix alba* und *Populus nigra* in der Randzone.

Uns interessieren hier die leicht verbrackten Wiesen auf Sandböden, also die Zonen 2–4. Von diesen sind die höher gelegenen Zonen weniger verbrackt, die tieferen etwas stärker. In ersteren herrscht *Cynodon dactylon* vor oft mit *Scirpus holoschoenus* und *Festuca sulcata*, in letzteren tritt *Cynodon* zurück und an seine Stelle treten *Festuca arundinacea* und *Agrostis alba* (gigantea); dazu kommen *Medicago falcata*, *Lathyrus sylvestris*, *L. pratensis*, *Astragalus cicer*. Solche gewöhnlichen Wiesenpflanzen wie *Rumex acetosa*, *Achillea millefolium* und *Plantago lanceolata* fehlen ganz, dafür findet man Brackanzeiger wie *Carex diluta* u. a. Aspektbildend sind oft *Daucus carota*, *Cichorium intybus*, *Geranium collinum*, *Medicago falcata*, *Lotus corniculatus* (tenuifolius).

Einige konkrete Beispiele an Längsprofilen senkrecht zu den Zonen von den erhöhten Stellen zu tieferen sollen eine anschauliche Vorstellung von der Vegetation vermitteln:

a) Flache Erhebung zwischen zwei Senken, hier als «Sagi» bezeichnet:

1. *Scirpus holoschoenus*, *Cynodon dactylon*, *Festuca sulcata* mit viel *Agropyrum ruthenicum*; dazu *Statice meyeri*, *Daucus carota*, *Eryngium planum*, *Verbascum blattaria*, *Salvia nemorosa* und *Convolvulus lineatus*.
2. Etwas tiefer: *Cynodon dactylon*, *Festuca arundinacea*, *Agrostis alba*, dazu *Cirsium elodes*, *Cichorium intybus*, *Geranium collinum*, *Gypsophila trichotoma*, *Statice meyeri*, *Odontites rubra*, *Picris hieracioides*, *Potentilla reptans*, *Verbascum blattaria*, *Lotus corniculatus* (*tenuifolius*).
3. Sumpfwiesen: *Carex* (*riparia*?), *Scorzonera parviflora*, *Cirsium elodes*, *Lythrum salicaria*, *Teucrium scordium*, *Lysimachia vulgaris*, *Mentha austriaca*, *Althaea officinalis*.
4. Röhricht: *Phragmites communis*, *Scirpus lacustris*, *Carex riparia*, vereinzelt *Stachys palustris*.

b) Für die Umgebung von Aleschki nennen LAVRENKO und PRJANISCHNIKOW folgende Zonationen:

1. *Kochia arenaria*, *Euphorbia seguieriana*, *Calamagrostis epigeios*, *Cynodon dactylon* (tieferer Stellen).
2. *Cynodon dactylon* vorherrschend.
3. *Plantago maritima* mit *Cynodon dactylon*.
4. *Cirsium elodes* mit *Atropis palustris*.
5. *Atropis palustris* vorherrschend.
6. Schmäler, unterbrochener Streifen von *Suaeda maritima* mit *Cyperus pannonicus*.
7. Mittlerer Teil der Senke fast ohne Vegetation; weißer ausgewaschener Sand mit einzelnen Exemplaren von *Suaeda maritima*, *Atropis palustris*.

c) JANATA gibt für die Forstei «Salz-See» (= Soljonoje Osero) für eine Senke von oben nach unten Zonenbildung durch folgende Dominanten an:

1. *Agropyrum elongatum*, 2. *Atropis palustris*, 3. *Lepidium crassifolium*, 4. *Statice caspia*, 5. *Suaeda maritima*, 6. *Salicornia herbacea*, 7. *Plantago asiatica* (= *cornuti*) auf dem nassen Salzboden.

e) Litorale Salzpflanzengesellschaften am Schwarzen und Asowschen Meer

Die litorale, d.h. Ufervegetation der Meeresküste ist von verschiedenen Autoren beschrieben worden. Eine Zusammenfassung wurde von BILIK gegeben.

Flächenmäßig sind diese Salzpflanzengesellschaften nur wenig ausgebildet. Wir finden sie auf den Sandstreifen, welche die Limane zwischen Odessa und Nikolajew vom Meere ab-

trennen, dann längs der ganzen Meeresküste, süd- und ostwärts der Dnjepr-Mündung, auf den vorgelagerten Inseln und Nehrungen, vor allen Dingen an den Ufern des Faulen Meeres (Siwasch), um den Molotschna-Liman herum und in der Nähe der Flußmündungen in das Asowsche Meer.

Die floristische Zusammensetzung dieser Salzpflanzengesellschaften ist sehr interessant. Eine sehr große Zahl der Arten gehört dem aralo-kaspischen Element an.

Es sind folgende:

Acorellus (*Cyperus*) *pannonicus*, *Asparagus brachyphyllus*, *Obione pedunculata*, *O. verrucifera*, *Centaurea glastifolia*, *Cirsium elodes*, *Frankenia hirsuta*, *Gypsophila trichotoma*, *Halocnemum strobilaceum*, *Ofaiston monandrum*, *Petrosimonia crassifolia*, *P. triandra*, *Plantago asiatica*, *P. salsa*, *P. tenuiflora*, *Rhaponticum salinum*, *Salsola soda*, *S. laricina*, *Saussurea amara*, *S. salsa*, *Scorzonera parviflora*, *Spergularia marginata*, *Statice caspia*, *S. suffruticosa*, *Suaeda altissima*, *S. confusa*, *Tetradiclis tenella*.

Weitere Arten müssen wir dem mediterranen Element zurechnen:

Aeluropus litoralis, *Agropyrum elongatum*, *Carex distans*, *C. extensa*, *Camphorosma monspeliacum*, *Echinopsylon hirsutum*, *Frankenia pulverulenta*, *Juncus maritimus*, *Lepidium pumilum*, *Trifolium fragiferum*.

Pontische Elemente sind:

Camphorosma annuum, *Artemisia salina*, *Pholiurus pannonicus* u.a.

Als Neoendemiten (oder Ökotypen?) kann man eine Reihe von Kleinarten anführen:

Lepidium sywaschicum, *Scilla scythica*, *Polygonum scythicum*, *Statice meyeri*, *Atropis fominii* u.a.

Eine Reihe der genannten aralo-kaspischen Elemente weisen eine Verbreitungslücke zwischen dem Vorkommen in der Ukraine und dem Hauptareal im Osten auf. Dasselbe gilt auch von dem mediterranen *Lepidium pumilum*. Wir müssen diese Arten deshalb als Relikte einer postglazialen xerothermen Zeit ansehen. Während dieser Zeit konnten diese Elemente einwandern und zwar aus dem Mittelmeergebiet wohl über den Balkan und am Ufer des Schwarzen Meeres entlang, aus der Kaspischen Niederung den Manytsch entlang und dann längs dem Ufer des Asowschen Meeres.

Bevor wir zur Besprechung der Gesellschaften übergehen, sei daran erinnert, daß die Küste des Schwarzen Meeres in dem hier in Frage kommenden Gebiet ebenso wie die Küste des Faulen Meeres, namentlich im westlichen Teile zur Zeit in steter Senkung begriffen sind. Das bedeutet,



Abb. 151. Langsam bereits um 20 m abgesunkene Nordküste des Schwarzen Meeres am Karkinit-Meerbusen. Halophile Vegetation über hochstehendem Grundwasser, Ziehbrunnen und Schafstall. Im Hintergrund ein Salzsee, in den ein Kurgan (skythischer Grabhügel) versinkt (Foto H. WALTER).

daß das meist salzige Grundwasser ansteigt, so daß die Pflanzengesellschaften des Solonezbodens in solche des Solontschakbodens übergehen (Abb. 151).

Von russischen Geologen und Bodenkundlern wird in der Vergangenheit bereits eine frühere Senkung angenommen, die dann durch eine Hebung abgelöst wurde und heute wieder in eine Senkung übergegangen ist. Wir müssen also annehmen, daß die Vegetation mehrfach einem Wandel unterworfen wurde, wie es auch zur



Abb. 152. Langsam absinkende Nordküste des Schwarzen Meeres: Vor dem Kurgan im Hintergrund bildet sich ein Salzsee. Vorn rote *Salicornia*-Fläche im Juli (Foto H. WALTER).

Zeit zu beobachten ist. Viele Pflanzengesellschaften befinden sich nicht in einem Gleichgewicht zu der Umwelt.

Die Salzpflanzengesellschaften sind nicht einheitlich, sondern stellen Makrokomplexe in Abhängigkeit von dem Mikrorelief und den Bodenverhältnissen dar. Am verbreitetsten sind dabei die echten Halophytengesellschaften auf stark salzigem Boden, mit denen wir uns allein in diesem Abschnitt beschäftigen wollen, während die Salzwiesen- und Salzsteppengesellschaften, die daneben eingestreut sind, im wesentlichen den bereits oben besprochenen entsprechen.

BILIK teilt die echten Halophytengesellschaften nach ökologischen Gesichtspunkten in drei Gruppen ein:

1. Die Halophytengesellschaften des mit Chloriden und Sulfaten versalzten Lehmboodens (Solontschak)
2. Die Halophytengesellschaften der sandigen und muschelhaltigen Böden der Nehrungen und Inseln
3. Die Halophytengesellschaften des Strandes.

Bei den ersten findet man stets eine ausgesprochene Zonation: Als erste Pioniere auf den durch Salzausblühungen weißen Flächen erscheinen der Queller (*Salicornia herbacea*) und *Halocnemum strobilaceum*. Diese letzte Art kommt niemals auf sandigem Boden vor, sondern nur auf lehmigem Boden, bei dem die Salzkruste in der Trockenzeit sich bläsig abhebt; die Art bildet große Polster bei einer Gesamtdeckung von 25–30%. Der Queller wächst oft in dichten Beständen mit einer Deckung bis zu 40–50%, die bei sehr hohem Salzgehalt eine leuchtend rote Färbung annehmen (Abb. 152).

In der nächsten, etwas höheren Zone herrscht *Suaeda prostrata* vor, ebenfalls oft reine Bestände mit 30–80% Deckung bildend. Dann gesellen sich aber bald eine Reihe anderer Arten hinzu, wie *Echinopsion hirsutum* (auf schlammig-sandigem Boden), *Petrosimonia crassifolia*, *Atropis palustris*, *A. fominii*, *Aeluropus litoralis*, *Aster tripolium*, *Statice meyeri*, *S. caspia*, zuweilen auch in großer Menge *Lepidium ruderales* u. a. In dieser Gesellschaft tritt auch *Obione verrucifera* auf, die meist den nächst höheren Gürtel bildet, und zu der sich außer den genannten auch *Frankenien hirsuta*, *Artemisia salina* und *Poa bulbosa* gesellen. *Obione pedunculata* hält keine sehr starke Verbrackung aus. Man findet sie in kleinen Depressionen etwas erhöhter Standorte dort, wo sich häufiger Wasser ansammelt, 35–40% der

Fläche deckend. Riesige Flächen von vielen Hektar Größe nehmen häufig die Bestände von *Petrosimonia crassifolia* ein. Es sind erhöhte Flächen, meistens mit Solonezboden, der durch das steigende Grundwasser in Solontschak übergeht. Die Begleitarten sind ein deutliches Anzeichen dafür: denn neben typischen Solontschakarten, wie *Salicornia herbacea*, *Statice meyeri*, *Obione verucifera*, finden sich auch Solonezarten wie *Echinopsilon sedoides*, *Camphorosma monspeliacum* und wohl auch *Gypsophila trichotoma*, sowie *Poa bulbosa*.

Seltenere Arten sind *Salsola soda* (insbesondere am Molotschna-Liman), *Ofaiston monandrum* (erst 1936 am Siwasch entdeckt) und *Petrosimonia triandra*.

Was die Halophytengesellschaften auf Muschelbänken und sandigem mit Schlamm untermischem Boden anbetrifft, so treten meist dieselben Arten auf (*Halocnemum* fehlt, dagegen ist *Salicornia* auch hier Pionier), doch findet man typische Sandpflanzen, wie *Mulgedium tataricum*, *Apera spica-venti*, *Polygonum scythicum*, *Cynanchum acutum*, *Elymus giganteus*, *Plantago arenaria*, *Agrostis alba*. Letztere Arten wurzeln sicher schon auf einem salzfreien Sande; die Verhältnisse sind hier eben auf kleinstem Raum sehr wechselnd. Auch *Artemisia salina*, *Carex extensa*, *Bromus squarrosus* und Schilf (*Phragmites communis*) treten auf.

Der Strand schließlich ist auf den stark beweglichen Teilen ganz vegetationslos. Dort jedoch, bis wohin die Wellen nur bei starkem Sturm reichen, siedeln sich sehr charakteristische Arten an wie *Cakile maritima*, *Euphorbia peplis* und *Polygonum scythicum*. Auf dem Strandwall treten dann viele weitere Arten hinzu, doch gehören diese nicht mehr zu den Halophytengesellschaften.

f) Litorale Salzwiesen am Schwarzen und Asowschen Meer

Die betreffenden Gesellschaften kommen auf den die Limane vom Meere abtrennenden Sandbarren bei Odessa und östlich davon, auf der sehr langen Nehrung von Arbat, im Ostteil des Faulen Meeres und auf allen Nehrungen und Inseln des Asowschen Meeres vor.

Auch in diesem Falle handelt es sich um Gesellschaftskomplexe, doch treten hier die offenen extremen Halophytengesellschaften zurück; es herrschen die geschlossenen Salzwiesen auf san-

digem Boden und auf Muschelschalenbänken vor.

Die Nehrungen sind junge Bildungen, die auch in der Gegenwart noch weiterhin im Wachsen begriffen sind. SOKOLOW hat darauf hingewiesen, daß Limane die früheren Flußtäler in deren Mündungsgebiet sind, die durch Küstensenkung und infolgedessen steigendes Meeressniveau ertranken. Das Meer hat im Zuge der Begradigung der Uferlinie diese dann selbsttätig durch die Aufschüttung einer Sandbarre abgetrennt. Nach TANFLEW ist die Abtrennung eine vollständige, wenn die Flüsse nur wenig Wasser führen. Andernfalls bilden sich nur Nehrungen und das Haff besitzt noch eine offene Verbindung mit dem Meere, wie es ja für die Südküste der Ostsee so bezeichnend ist. Die Südwestrichtung der Nehrungen, wie sie besonders deutlich an der Küste des Asowschen Meeres hervortritt, muß man als Folge der vorherrschenden Windrichtung und somit Meeresströmungen ansehen. Hier im Asowschen Meere spielen die Flüsse überhaupt keine größere Rolle und die Nehrungen werden durch die Meerestätigkeit an vorspringende Punkte der Küstenlinie angebaut, wobei Meeresalluvium (von Flüssen herausgetragenes Sedimentierungsmaterial und von den Ufern unmittelbar abgeschwemmtes Material) zur Ablagerung kommt. An eine einmal gebildete Nehrung werden weiterhin stets neue Sedimente angelagert, so daß die Strandlinie sich immer weiter gegen das Meer hinaus verschiebt. Auf diesen Nehrungen kann man deshalb eine Reihe parallel verlaufender alter Strandwälle unterscheiden. Dem Alter nach sind die einzelnen Teile der Nehrungen verschieden und zwar konnten die gegen das Land gerichteten Teile früher von der Vegetation besiedelt werden als die meerwärts gerichteten. Wir unterscheiden dementsprechend die jüngsten Pflanzengesellschaften des Meeresstrandes, die Vegetation der älteren etwas erhöhten lehmigen Muschelschalenbänke, die Salzwiesen und die Salzpflanzengesellschaften des nassen Salzbodens. Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf die Verhältnisse des Asowschen Meeres.

Flächenmäßig sind die Salzwiesen am verbreitetsten. Wir beginnen deshalb mit diesen. Vorherrschende Arten sind *Aeluropus litoralis*, *Atropis palustris* und an etwas höheren Stellen *Agropyrum elongatum*. Der Rasen ist ziemlich geschlossen, die Deckung kann 80–90% erreichen und der Heuertrag bis zu 26–37 dz/ha.

Als Begleiter, die je nach Feuchtigkeit und Salzgehalt des Standortes etwas wechseln, seien genannt: *Salicornia herbacea*, *Obione pedunculata*, *O. verrucifera*, *Statice meyeri*, *Juncus gerardi*, *J. maritimus*, *Bolboschoenus compactus*, *Suaeda prostrata*, *Aster tripolium*, *Artemisia salina*, *Crypsis aculeata*, *Agrostis alba* (*genuina*), *Phragmites communis* (*stolonifera*), *Carex extensa*, *Triglochin maritimum*, *Spergularia marginata*, *Lepidium latifolium*, *Plantago salsa*.

Mit *Agropyrum elongatum* kommen auch *Artemisia maritima* (*salina*), *Asparagus verticillatus*, *Kochia prostrata*, *Falcaria vulgaris*, *Astragalus virgatus*, *Medicago falcata* u. a. vor. Diese Gesellschaften leiten schon zur Wermutsteppe mit viel *Artemisia salina* und *Statice meyeri* über. Hier treten neben einigen Halophyten auch *Melilotus officinalis*, *Polygonum arenarium*, *Lotus corniculatus*, *Odontites serotina*, *Asparagus officinalis*, *Rumex crispus*, *Crambe maritima*, *Glycyrrhiza glabra*, *Daucus carota*, *Asperula humifusa*, *Mulgedium tataricum* u. a. auf.

In den brackigen Sümpfen findet man:

Bolboschoenus compactus, *Phragmites communis*, *Scirpus tabernaemontani* und *Typha angustifolia*, die sich mächtig entwickeln. Solche Röhrichte ziehen sich oft am Westufer der Nehrung in einer Breite von 50–300 m entlang.

Eigenartige Landschaftsbilder entstehen hier beim Auftreten von Tamarisken (*Tamarix ramosissima*), die ein dichtes Gebüsch bilden können.

Interessant ist die Vegetation der vom Meere abgeschlossenen Limane:

Im Wasser derselben wachsen *Ruppia maritima*, *Zannichellia pedunculata* und *Potamogeton pectinatus*. Trocknen sie im Spätsommer aus, dann ist der Boden von weißlichen toten Pflanzen dicht bedeckt und nur an einzelnen Stellen trifft man *Salicornia herbacea* und *Salsola soda*.

Limane mit Schlamm Boden sind meist vegetationslos. Nur nach dem Abtrocknen sieht man kleine Bestände von *Heleocharis parvula*. In offenen Limanen wachsen *Zostera minor* und *Z. marina* in großen Massen.

Auf salzfreien Sanden entwickelt sich eine Sandsteppe mit *Festuca beckeri*, *Carex colchica* und *Medicago falcata*.

g) Kleine Komplexe von xerophiler Solonez- und feuchter Solontschak-vegetation

Die besprochenen Salzpflanzengesellschaften nehmen in der Ukraine größere Flächen ein. Daneben findet man jedoch, namentlich in den östlichen Gebieten ganz kleine Flecken ver-

brackten Bodens mit sehr bezeichnender Vegetation. Da sowohl die Feuchtigkeit wie auch der Grad und die Art der Versalzung sehr verschieden sind, findet man hier Fragmente aller bereits besprochenen Gesellschaften meist als Assoziationskomplexe. Es erübrigt sich näher auf sie einzugehen.

7. Die Wiesen der westlichen Steppenzone bis zum Polesje-Gebiet

Die Wiesen sind sekundäre Pflanzengesellschaften, die durch die regelmäßige Mahd entstehen.

Alle Wiesengesellschaften, die in diesem Abschnitt besprochen werden, gehören zu den Auwiesen, d.h. sie werden jedes Jahr, wenn die Flüsse Hochwasser führen, kürzere oder längere Zeit überschwemmt. Dabei findet eine Sedimentation statt, so daß der Boden stets eine Zufuhr von neuen Nährstoffen erhält.

Vom landwirtschaftlichen Standpunkt aus ist die Bedeutung dieser Wiesen sehr hoch zu veranschlagen. Sie sind die wichtigste Futterquelle für die Viehwirtschaft in der Ukraine. Im Gegensatz zu den mitteleuropäischen Wiesen werden die in Osteuropa nicht gedüngt und sind deshalb ertragsärmer.

Eine Einteilung der Wiesen wurde von KLEOPOV nach der Überschwemmungsdauer vorgenommen: a) nur kurze Zeit überflutete, b) mittellang überflutete und c) lange Zeit überflutete Wiesen.

Die letzteren finden wir in den Tälern der größeren Flüsse, die dem Waldgebiet entspringen und nur ein wenig ausgebildetes Talsystem besitzen.

Die Gliederung der Flußbaue, also des überschwemmten Gebietes, die Art der Sedimente und der Böden, sowie die Abhängigkeit ihrer mechanischen Zusammensetzung von dem Bewaldungsgrad des Einzugsgebietes ist im Anschluß an die Arbeit von WILLIAMS schon an anderer Stelle genauer besprochen worden (vgl. H. WALTER, 1968, S. 846–860).

Wir erinnern hier nur daran, daß man bei nicht begrädigten Flüssen 3 Teile der Aue unterscheiden kann:

1. Den an das Flußbett angrenzenden Teil, der als Uferwall meistens überhöht ist und aus sandig-kiesigen Ablagerungen besteht; der Boden

ist beweglich und wird oft umgelagert, die Sedimentation ist hier besonders stark, der Standort verhältnismäßig trocken.

2. Den mittleren Teil der Aue, der den größten Teil derselben ausmacht und noch ein ziemlich unruhiges Relief sowie Böden verschiedenster Zusammensetzung besitzt. Der Feuchtigkeitsgrad der Standorte kann sehr verschieden sein; zwischen erhöhten Teilen sind auch Altwässer und feuchte Senken eingeschlossen.

3. Den am Fuße der Terrasse gelegenen Teil; er ist meist der niedrigste, wird durch die Quellhorizonte am Terrassenhang befeuchtet, besitzt die feinkörnigsten Böden und neigt zur Versumpfung.

Diese wechselnden Verhältnisse spiegeln sich in einer mosaikartigen Zusammensetzung der Pflanzendecke wider.

Vom landwirtschaftlichen Standpunkt aus werden vor allen Dingen Artengruppen wie Gräser, Leguminosen, andere Kräuter und die wenig zahlreichen Annuellen unterschieden, die in bezug auf den Futterwert verschieden zu beurteilen sind.

Außerdem wird eine Unterteilung nach der Höhe vorgenommen: 1. in Obergräser und -kräuter (*Alopecurus pratensis*, *Phleum pratense*, *Bromus inermis*, *Phalaris arundinacea*, *Heracleum sibiricum*, *Sanguisorba officinalis*, *Filipendula ulmaria*, *F. hexapetala* u.a.) sowie 2. in Untergräser und -kräuter (*Festuca rubra*, *Poa spec.*, *Agrostis spec.*, *Briza media*, *Carex goodenoughii*, *Geranium collinum*, *Chrysanthemum leucanthemum*, *Campanula patula* usw.) und 3. in Bodenpflanzen (*Trifolium repens*, *Prunella vulgaris*, *Lysimachia nummularia*, *Alchemilla* spp. u.a.).

Bei den Gräsern und Kräutern werden nach dem morphologischen Aufbau der Achse unterschieden: 1. Ausläuferbildende und 2. dicht-rasige Gräser (horstbildende).

Ausläuferbildende, mit langen, horizontalen Rhizomen, von denen dann in größerer Entfernung von der Mutterpflanze von einem unterirdischen Bestockungsknoten neue Verzweigungen abgehen, können sich vegetativ ausbreiten und rasch von Neu-land Besitz ergreifen, wie *Calamagrostis epigeios*, *Agropyrum repens*, *Phalaris arundinacea*, *Bromus inermis*, *Alopecurus pratensis*, *Poa pratensis*, *Festuca rubra*, *Agrostis alba*, *Hierochloë odorata*, *Carex gracilis*, *C. aquatilis*, *C. goodenoughii*, *C. vesicaria*, *Equisetum arvense*, *E. limosum*, *Juncus filiformis*, *Heleocharis palustris*, dazu viele Dicotyledonen oft mit oberirdischen Ausläufern, wie *Ajuga reptans*, *Glechoma hederacea*, einige *Hieracium*-Arten, *Achillea millefolium*, oder mit

Wurzelschößlingen (*Cirsium arvense*, *Picris hieracioides*, *Ajuga genevensis* u.a.).

DMITRIEW rechnet *Alopecurus pratensis*, *Poa palustris* und *Festuca rubra* schon zu einem Übergangstypus, den lockerrasigen Gräsern. Bei letzteren sind die Ausläufer kürzer, doch stehen die oberirdischen Sprosse noch locker, wie z.B. bei *Festuca pratensis*, *Phleum pratense*, *Ph. phleoides*, *Dactylis glomerata*, *Anthoxanthum odoratum*, *Briza media*, *Agrostis vulgaris*, *Carex pallescens*, *C. flava* u.a.

Bei den dicht-rasigen Gräsern schließlich bilden sich keine Ausläufer und die Seitenzweige stehen dicht nebeneinander; es kommt zur Ausbildung eines Horstes oder Bults. Durch ein Interzellularsystem wird eine Sauerstoffzufuhr zu dem Wurzelsystem ermöglicht, so daß die Gräser in schlecht durchlüftetem Boden zu gedeihen vermögen. Außerdem sind die Gräser mykotroph. Hierher gehören: *Deschampsia caespitosa*, *Agrostis canina*, *Nardus stricta*, *Molinia coerulea*, *Carex caespitosa*, *C. stricta*, *C. canescens* usw.

In bezug auf die Wurzelsysteme bei den Kräutern unterscheidet WYSSOTZKI solche mit Pfahlwurzeln (*Rumex haplorrhizus*, *Taraxacum officinale*, *Carum carvi*, *Plantago maxima* u.a.) und andere mit vielen gleich starken büschelförmig auseinandergehenden Wurzeln (*Ranunculus acer*, *Caltha palustris*, *Trollius europaeus*, *Veratrum lobelianum* u.a.) sowie Zwiebelpflanzen, die auf Wiesen nur eine geringe Rolle spielen (*Allium*-Arten, *Fritillaria meleagris*).

Diese morphologischen Typen bringt WILLIAMS in Zusammenhang mit den ökologischen Verhältnissen und den Sukzessionen: Auf dem lockeren abgelagerten Boden können sich zunächst die ausläuferbildenden Gräser rasch ansiedeln, da die Durchlüftungsverhältnisse gut sind und der Boden reich an mineralischen Nährstoffen ist. Mit der Zeit kann durch die Anreicherung von absterbenden oberirdischen Pflanzenteilen und Wurzeln der Gehalt an Humus zunehmen, da insbesondere im Herbst eine Zersetzung desselben in dem wassergesättigten Boden erschwert wird. Der Boden wird dichter, die Durchlüftung schlechter. Die ausläuferbildenden Gräser werden dann durch die lockerrasigen verdrängt, bei denen die Rhizome nicht so tief, sondern unmittelbar unter der Oberfläche liegen. In diesem Stadium bildet sich ein sehr charakteristischer podsolierter Rasenboden aus mit vier scharf unterscheidbaren Horizonten: 1. dem dunklen dichtdurchwurzelteten humusreichen aus Gräserwurzeln bestehenden Rasen-Horizont, 2. dem ausgebleichten Horizont

von hellgrauer Färbung, 3. dem verdichteten Anreicherungshorizont und 4. dem Gleichhorizont.

Die Humusanreicherung in den oberen Bodenschichten geht jedoch weiter, die aufquellbaren Kolloide erhöhen die Wasserkapazität; die Durchlüftung des wassergesättigten Bodens wird immer schlechter, so daß nur noch die dichtrasigen Gräser die anaeroben Verhältnisse im Boden aushalten können. Es wird dabei leicht eine Versumpfung eingeleitet.

Die Kräuter mit tiefegehender Pfahlwurzel findet man hauptsächlich auf lockeren Böden; sobald die Durchlüftung derselben schlechter wird, verschwinden sie.

Durch die Sedimentationsvorgänge im Überschwemmungsgebiet wird diese zu einer Verdichtung des Rasens führende Sukzession ständig gestört oder aufgehalten. Auf dem Uferwall bleibt der Boden durch jährliche neue Ablagerungen immer locker und die ausläuferbildenden Gräser können sich deshalb dauernd halten. Auf dem zentralen Teil der Aue mit schon geringer Sedimentation geht die Rasenbildung schon weiter und bleibt auf dem Stadium der locker-rasigen Gräser stehen. Am Fuße der Terrasse schließlich, wo praktisch keine Sedimentation stattfindet, wird das Endstadium der dichten Rasengräser mit Horst- und Bultenbildung meist erreicht. Selbstverständlich ist das auch auf dem zentralen Teil der Aue auf den Erhebungen, die oft garnicht mehr überflutet werden, der Fall. Hier kommt ein sehr dichter Rasen zur Ausbildung, aber unter trockeneren Verhältnissen.

Es lassen sich auch ökologische Reihen der Wiesenpflanzen je nach den Feuchtigkeitsansprüchen, den Nährstoffanforderungen und der Salztoleranz aufstellen (SCHENNIKOW). Wir werden diese ökologischen Gruppen bei der Besprechung der verschiedenen Typen kennen lernen.

Floristisch zeichnet sich die Wiesenvegetation durch das Vorherrschen des nordischen Geoelements aus. Nach LAVRENKO gehören 86,4% aller Wiesengräser zur humiden Gruppe, davon sind 62,4% nordische Elemente und 24% europäische. Nur 14,4% gehören der ariden Gruppe an und zwar sind *Crypsis alopecuroides*, *Poa silvicola* und *Festuca fenas mediterranea*, *Festuca orientalis* zentral-asiatisch, *Koeleria delavignei* pontisch-westsibirisch und *Agropyrum pseudo-caesium* pontisch (Endemit des unteren Dnjeprs).

Obgleich die Wiesen zur azonalen, aber zugleich anthropogenen Vegetation zu rechnen

sind, übt das Klima doch einen gewissen Einfluß auf die Zusammensetzung der Vegetation aus. Wir können deshalb von Norden nach Süden eine Reihe von Wiesentypen unterscheiden:

- a) Oligomesophile Wiesen Polesiens, also der Waldzone auf podsolierten Rasenböden, wie z.B. am Styr, Slutsch, Goryn, Ush, oberen Dnjestr und seinen Nebenflüssen.
- b) Mesophile Wiesen der Waldsteppenzzone, z.B. an der Gnilaja, Lipa, Solotaja, Lipa, Koropez, am oberen Bug, Rossj usw.
- c) Schwach halophile Wiesen der Flußtäler (auf deren Wasserscheiden in Vorpolesien), die an schwach solonzierte Schwarzerden oder Böden mit Karbonatverbrackung gebunden sind, wie z.B. bei den linken Nebenflüssen des Dnjeprs (Oster, Romen, Udai) und am Oberlauf kleinerer Nebenflüsse.
- d) Halophile und haloxerophile solonzierte oder solodierte Wiesen in den Tälern der kleineren Flüsse, die auf die Steppenzzone beschränkt sind, und am Fuße der Terrassen im Dnjepr- und Doneztal.

Mit diesen letzteren, die sich an die besprochenen Salzwiesen anschließen, wollen wir beginnen.

a) Halophile und xerohalophile Auwiesen der Steppenzzone

Die Auwiesen stehen im Frühjahr eine gewisse Zeit unter Wasser und der Boden wird stark durchfeuchtet; zum Teil bleibt das Wasser in kleinen Depressionen stehen. Bei dem trockenen Klima der Steppenzzone setzt im Hochsommer eine starke Verdunstung ein, die leicht zu einer Anreicherung der Salze an der Bodenoberfläche, also zu einer Verbrackung führt. Im nördlichen Teil an der Grenze zwischen Waldsteppe und Steppe sind es mehr Karbonate, während im Süden auch Chloride und Sulfate auftreten können.

Je nach der Dauer der Überschwemmung, dem Grade des Wasserstaus und der nachfolgenden Austrocknung können die verschiedensten Feuchtigkeits- und Verbrackungsbedingungen entstehen und somit alle Übergänge von Süßwassersümpfen zu Solontschakgesellschaften, nicht oder stärker verbrackten Wiesen, zu Steppengesellschaften und zur Solonezvegetation entstehen.

Es handelt sich somit um Komplexe der ver-

schiedensten Sumpf-, Wiesen- und Salzpflanzen-gesellschaften. In der Steppenzone jedoch unterscheiden sich die Auwiesen von den übrigen dadurch, daß halophile Wiesengesellschaften auftreten und häufig sogar flächenmäßig überwiegen, während sie weiter nördlich ganz fehlen.

Vegetationskundlich sind diese Wiesen nicht zusammenfassend bearbeitet worden. Es werden nur Artenlisten für die einzelnen Flußtäler angeführt unter Nennung der Dominanten. Die Zusammenstellung einer übersichtlichen Tabelle ist deshalb nicht möglich.

Wir können nur die Arten mit Indikatorwert aufzählen und ersehen daraus, daß diese Salzwiesen den in Abschnitt 6 besprochenen entsprechen und daß sie pflanzensoziologisch zu den dort behandelten zu stellen sind.

An feuchten Standorten mit starker Salzanreicherung findet man *Suaeda maritima* und *Salicornia herbacea*, bei etwas geringerer Verbrackung *Agrostis alba* (genuina), *A. prorepens*, *Triglochin maritimum*, *Plantago asiatica* (cornuti), *P. maritima*, *Statice gmelini* (tomentella), *Aster tripolium*, *Scorzonera parviflora* u. a. Wird die Zufuhr von Wasser stärker und bleibt der Boden dauernd gut durchfeuchtet, so nimmt die Zahl der echten Halophyten ab und es treten mehr Arten der hemihalophilen Wiesen mit Karbonatverbrackung auf: *Glaux maritima* mit viel *Atropis distans* und bei noch geringerem Salzgehalt *Juncus gerardi* und *Trifolium fragiferum*, *Carex distans*, *Festuca arundinacea*, *Geranium collinum* u. a.

Als Indikatoren für Solodböden kann man nennen: *Verbascum blattaria*, *Odontites serotina*, *Eryngium planum*, *Inula britannica*, *Trifolium pratense* (borysthenicum), *Plantago maxima*, *Silene multiflora* und *Artemisia pontica*.

Haloxerophile Arten, also solche trockener verbrackter Standorte, sind: *Artemisia maritima* (salina), *Plantago maritima*, *Camphorosma annuum*, *Lepturus panonicus*, *Polygonum pseudoarenarium*; bei tief heruntergreifender Verbrackung treten auf: *Silaua besseri*, *Peucedanum latifolium*, *Galatella punctata* (discoidea) mit Arten der Solodböden.

In leicht brackigen Sümpfen findet man *Scirpus maritimus*, *S. tabernaemontani*. Sehr interessant sind einzelne Salzseen bei Slawjansk am Donez, in denen man Meeresalgen und *Ruppia rostellata* findet, letztere wohl eingeschleppt.

Für folgende Flußtäler liegen Einzelbeschreibungen vor: Sula, Psjol und Worskla, Orel, Samara und anschließendes Dnjeprtal, Konkaniederung, Donez mit Nebenflüssen.

Alle die oben genannten Indikatoren für bestimmte Verbrackungsstadien kommen meist zusammen mit einer großen Zahl von gewöhn-

lichen Wiesenpflanzen vor, sofern diese eine Salzanreicherung aushalten können. Je stärker letztere ist, desto mehr herrschen halophile Arten vor.

Häufig kommen in diesen Flußtälern auch Auwälder zur Entwicklung, in denen die Eiche (*Quercus robur*) mit dem Tatarischen Ahorn (*Acer tataricum*) und einer gut entwickelten Strauchschicht dichte Bestände bildet. Die Krautschicht weist die übliche Zusammensetzung auf. Sehr häufig herrschen Veilchen oder Maiglöckchen vor. In den tieferen Teilen gehen diese Auenwälder in Schwarzerlenbrücher über.

Die Eichenwälder siedeln sich sehr leicht auf entsalzten also solodierten Böden an. Deshalb findet man sie oft in unmittelbarer Nachbarschaft mit Salzwiesen auf noch verbrackten Böden. Es kommt sogar vor, daß auf lichten, erhöhten Stellen im Walde selbst halophile Arten auftreten.

Wird der Wald geschlagen, so steigt das Grundwasser, was eine sekundäre Verbrackung der Böden nach sich ziehen kann. Sekundäre Solontschakbildung ist überhaupt im Dnjeprgebiet im Bereich der hier zu besprechenden Auen häufig im Zusammenhang mit der allgemeinen Senkung des Gebietes, auf die wir wiederholt hinwiesen.

Alle diese halophilen Auwiesen findet man auf den linken Ufern der Flüsse, da die steileren und deshalb steinigere rechten Flußufer für eine Verbrackung ungünstige Verhältnisse darbieten. Sind auch die rechten Ufer flach, wie z. B. am Bug unterhalb von Wosnessensk, so findet man auch hier eine Reihe von Salzpflanzen.

PACZOSKI gibt für diesen Standort folgende an: *Senecio macrophyllus*, *Scirpus tabernaemontani*, *Silaua besseri*, *Leuzea* (*Centaurea*) *salina* mit großen roten Blüten, *Cirsium elodes*, *Serratula heterophylla*, *Glaux maritima*, *Lepidium latifolium*, *Triglochin maritimum*, *Scorzonera parviflora*, *Atropis palustris* u. a.

Extrem verbrackt sind die Täler der wenig Wasser führenden Flüsse, die ins Asowsche Meer münden. Neben den typischen Halophyten, die bereits genannt wurden, tritt auch *Crypsis aculeata* auf.

b) Hemihalophile Auwiesen der Waldsteppenzone

Ebenso wie im vorigen Abschnitt handelt es sich hier um nur kurze Zeit überschwemmte Wiesen an der Grenze zwischen Polesien und

der Waldsteppe. Da jedoch die klimatischen Verhältnisse die Verbrackung hier nicht mehr in dem Grade begünstigen, wie weiter südlich und sogar eine Entsalzung ehemals stärker verbrackter Böden herbeiführen, fehlen die extremen Halophyten. Wir finden hier nur hemihalophile Indikatorpflanzen einer Karbonatverbrackung:

Carex distans, *Festuca arundinacea*, *Triglochin maritimum*, *Trifolium fragiferum*, *Erythraea* (*Centaurium*) *linearifolia*, *E. pulchella*, *Taraxacum bessarabicum*, *Scirpus tabernaemontani*, *S. maritimus*. Nur ausnahmsweise kommen auch echte Halophyten wie *Lepidium latifolium*, *Juncus gerardi*, *Aster tripolium*, *Carex secalina*, *Atropis convoluta*, *Camphorosma annuum*, *Cyperus pannonicus*, *Plantago maritima*, *Rumex stenophyllus* u. a. vor.

Als Beispiel führen wir hier eine Artenliste der Aue des Oster an (TSCHERNOGOLOWKO):

Es herrschen vor: *Agrostis stolonizans* (*prorepens*), und *Poa palustris*; häufig sind: *Trifolium fragiferum*, *Triglochin maritimum*, *Juncus lamprocarpus*, *J. gerardi*, *Festuca pratensis*, *Ranunculus acer*, *Mentha austriaca*; weniger häufig: *Carex distans*, *Prunella vulgaris*, *Polygonum amphibium* f. *terrestre*, *Potentilla anserina*, *Rumex haplorrhizus*, *Ranunculus flammula*, *Trifolium repens*, *Poa pratensis*; mehr vereinzelt treten auf: *Orchis laxiflora*, *Cnidium venosum*, *Pedicularis sceptrum-carolinum* u. a.

Bei zunehmender Feuchtigkeit gesellt sich zu *Agrostis stolonizans* in großen Mengen *Heleocharis palustris* hinzu und daneben *Alisma micchaletii*, *Oenanthe aquatica*, *Veronica scutellata* u. a.

c) Kurz überflutete mesophile Wiesen der Waldsteppe

Diese Wiesen sind nicht sehr verbreitet. Sie fehlen dem ostwärts vom Dnjepr gelegenen Gebiet ganz. Hier sind die Auwiesen der größeren Flüsse lange Zeit überschwemmt, während die kurzüberschwemmten Wiesen alle zur Verbrackung neigen und deshalb in den beiden vorigen Abschnitten besprochen wurden. Flußtäler mit geringem Gefälle und hochstehendem Grundwasser in der Aue werden von Niedermooren eingenommen.

In den Gebieten westwärts vom Dnjepr besitzen die meisten Flüsse bei dem felsigen Untergrund überhaupt keine ausgebildete Aue. Nur auf der podolischen Platte haben die Nebenflüsse des Dnjestr (Koropez, Strypa, Seret, Sbrutsch), die obere Gorynj, der Bug oberhalb Winniza, sowie die obere Rossj bis Belaja Zer-

kow mehr oder weniger ausgebildete Überschwemmungsgebiete. Der zur Ablagerung kommende Boden ist hier infolge löß- und schwarzerdeartigen Sedimenten nährstoffreich und für die Entwicklung der Vegetation, die nur im Sommer unter Trockenheit leidet, günstig.

d) Kurz überflutete oligotrophe mesophile Wiesen auf podsoliierten Rasenböden in Polesien

Die Täler der kleinen Flüsse Polesiens sind meistens stark versumpft und von Niedermooren eingenommen. Dort, wo die Vermooring nicht so weit vorgeschritten ist, findet man Wiesen. Ihre sekundäre Natur und die Entstehung auf früherem Waldboden erkennt man aus dem Bodenprofil, das einen deutlichen Podsolhorizont aufweist. Für die Zusammensetzung dieser Wiesen sind die Nährstoffverhältnisse von ausschlaggebender Bedeutung. Sie wechseln in den einzelnen Teilen der Aue ziemlich stark: am ungünstigsten sind sie längs des Flusses, am günstigsten am Fuß der Terrasse. Aber auch das Mikorelief der Aue bedingt Unterschiede, indem die tieferen, stärker überfluteten Teile mehr Nährstoffe erhalten als die erhöhten.

Die Wiesen an den kleinen Flüssen mit kaum ausgebildeten Tälern unterscheiden sich nicht wesentlich von den sekundären Wiesen auf gewöhnlichen Waldschlägen. Die weiter unten geschilderten Verhältnisse gelten für die Auen der großen Flüsse, Styr (nördlich bis Tschartoryjsk) sowie an den versumpften Gorynj, Slutsch, Ush usw. Ähnliche Verhältnisse findet man auch in den Flußtälern des Kleinen Polesiens.

Unter den Wiesengesellschaften ist am verbreitetsten die oligotrophe Gruppe mit vorherrschender *Agrostis capillaris* und die mesotrophe mit *Poa pratensis*. Schon zu den Flachmooren zu rechnen sind die Bestände von *Carex gracilis* an nassen Standorten. Am Fuß der Terrassen besitzen sich häufig Erlenbrücher aus mit *Thelypteris palustris*, *Chrysosplenium alternifolium*, *Circaea alpina* und den üblichen Bruchwaldarten (PACZOSKI).

Vom Agrostidetum *capillaris* liegt für das Polesiengebiet eine Beschreibung nicht vor, wohl aber für das Vorkarpatengebiet (KLEOPOV und Sos): Die Deckung beträgt 75–80%, davon entfallen allein 20% auf *Agrostis capillaris*:

Mit dieser zusammen kommen vor: *Filipendula hexapetala*, *Potentilla erecta*, *Holcus lanatus*, *Achillea*

millefolium; häufig sind *Festuca rubra*, *Carex pallescens*, *Cynosurus cristatus*, *Anthoxanthum odoratum*, *Phleum pratense*, *Centaurea jacea*, *Plantago lanceolata*, *Trifolium pratense*, *T. repens*, *Leucanthemum vulgare*; die Wiesen sind meist stark vermoost (*Thuidium abietinum*, *Drepanocladus spec.*), stellenweise tritt *Veratrum album* und *V. lobelianum* in größeren Mengen auf.

e) Lange überflutete Wiesen

Während die Überflutungsdauer im Frühjahr bei den bisher besprochenen Wiesentypen nur kurz ist und einen halben Monat nicht überschreitet, ist sie bei den nun zu behandelnden Wiesen viel länger, im allgemeinen über einen Monat. Eine scharfe Grenze gegen die kurz überfluteten Wiesen läßt sich nicht ziehen. Die Dauer der Überflutung hängt von verschiedenen Ursachen ab. Im allgemeinen kann man jedoch sagen, daß langüberflutete Wiesen an die großen Flußläufe gebunden sind und an Flüsse, die dem Waldgebiet entspringen.

Die Besprechung der lang überfluteten Wiesen vor dem Bau der Staudämme soll nach den einzelnen Flußsystemen erfolgen.

Wir beginnen mit der Desna, deren Wiesen von AFANASSJEV untersucht wurden.

Die Desna durchströmt das Gebiet von Tschernigow und einen Teil des Kiewer Gebietes. Es handelt sich um ein erhöhtes Plateau mit Löß- und Sandterrassen, die dem Flußsystem der Desna angehören und ziemlich stark zerschluchtet sind. Die Folge davon ist, daß die Boden-erosion hier wirksam ist und die Flußablagerungen aus kalk- und nährstoffreichen Schlammteilchen bestehen. Die Produktivität der Desna-Wiesen ist deshalb viel höher als diejenige des Dnjepr oder der Pripjat, die große nährstoffarme Sandflächen durchschneiden.

Auch bei der Desna lassen sich die drei Teile der Aue unterscheiden: der Uferwall, die zentrale Aue und die am Fuß der Terrasse gelegene. Die Wiesen eines jeden dieser Teile werden in frische, feuchte und nasse gegliedert, denn trockene Wiesen gibt es kaum, auf sie entfällt weniger als 1% der Gesamtwiesen. Sie nehmen die höchsten Teile des Uferwalles ein. Im zentralen Teil sind sie in Ackerland umgewandelt worden; auf beweideter Dauerbrache findet man nur eine offene Vegetation aus *Agrostis tenuifolia*, *Festuca rubra*, *Sedum acre*, *Erigeron canadensis* usw. Auf dem Uferwall siedelt sich meistens Gebüsch an. Dieser Streifen ist im Oberlauf nur 50–70 m

breit, ziemlich flach und zum Fluß hin am Uferhang von einem Gebüsch aus *Salix triandra* und *S. gmelini* bedeckt. Im mittleren und unteren Teil des Flusses ist der Uferwall entweder flach, in Sandbänke übergehend oder breiter (150–200 m) und dann dicht mit Gebüsch bedeckt (hauptsächlich *Salix acutifolia*) oder nur 80–100 m breit und steil zum Fluß abfallend; das Gebüsch fehlt dann. Im allgemeinen sind Auengehölze mit *Salix alba* und *Populus nigra* nur wenig ausgebildet. Sonst findet sich auf den Sandhängen des Uferwalls *Equisetum arvense*, *Carex colchica*, *C. praecox*, *Calamagrostis epigeios* usw. Am verbreitetsten in dieser Aue sind frische Wiesen, die jedoch gleich hinter dem Gebüsch beginnen. Ihr Ertrag ist nicht hoch (28–30 dz/ha); etwa 75–80% des Heues entfällt auf Gräser.

Die Hauptarten sind *Calamagrostis epigeios*, *Agrostis alba*, z. T. *Festuca rubra*, daneben *Carex praecox*, *Agropyrum repens*, *Agrostis tenuifolia*, *Koeleria delavignei*, *Festuca pratensis*, *Achillea cartilaginea*, *Rumex haplorrhizus*, *Nasturtium sylvestre*, *Lysimachia nummularia*, *Ranunculus acer*, *Prunella vulgaris*, *Leontodon autumnalis*, *Centaurea jacea*, *Galium boreale*, *Euphorbia virgata*.

Die zentrale Aue ist oft 4–5 km breit, weniger wellig, jedoch häufig mit kleineren Sümpfen und Wasserbecken durchsetzt. Die Böden tragen hier oft noch die Spuren einer früheren Verbrackung (Solod) und waren wohl bewaldet, bis der Mensch die Wiesen künstlich anlegte.

Die frischen Wiesen mit *Festuca rubra*, *Agrostis tenuifolia* oder *A. capillaris* treten hier gegenüber den feuchten in den Hintergrund. Verbreitet sind Wiesen mit *Alopecurus pratensis*, *Agrostis alba*, *Poa pratensis*, dazu *Festuca pratensis*, *F. rubra*, *Agrostis canina*, *Deschampsia caespitosa*, *Carex praecox*, *Allium angulosum*, *Ranunculus repens*, *R. acer*, *Rumex thyrsiflora*, *Inula britannica*, *Leontodon autumnalis*.

Die Fuchsschwanzwiesen sind der Qualität nach besser. Sie ergeben eine Deckung von 80–85%, erreichen eine Höhe von 75–80 cm (der Heuertrag ist 20–35 dz/ha).

Bei zunehmender Feuchtigkeit herrschen *Agrostis canina* und *Carex praecox* vor. Hier kommen *Phleum pratense*, *Carex vulpina*, *Heleocharis uniglumis*, *Lychnis flos-cuculi*, *Lysimachia nummularia*, *Gratiola officinalis*, *Mentha austriaca*, *Cnidium venosum*, *Vicia cracca*, *Lathyrus pratensis* u. a. hinzu.

In den Senken finden wir nasse Wiesen mit *Agrostis stolonizans*, *Carex gracilis*, *Glyceria fluitans*, *Beckmannia eruciformis* und *Carex vesicaria*,

außerdem viele Sumpfpflanzen je nach dem Feuchtigkeitsgrad.

Der an die Terrassen angrenzende Teil der Aue ist wenig ausgeprägt. Hier wachsen dieselben feuchten und nassen Gesellschaften wie im zentralen Teil. Da jedoch die Beweidung hier besonders intensiv ist, sind die Wiesen meist in einem sehr schlechten Zustand.

Viel größere Flächen nehmen die langüberfluteten Wiesen der Aue des Hauptstromes der Ukraine, des Dnjepr ein. Der nördliche Teil dieser Aue, etwa von der Pripjat- bis zur Desna-Mündung oberhalb Kiews, nimmt eine Sonderstellung ein. Sie steht durch das Wasser des einmündenden Pripjat-Stromes stark unter dem Einfluß Polesiens und zeichnet sich durch ihre Armut aus, die noch durch Überweidung verstärkt wird. Auch sonst sind die Böden der Aue des mittleren Dnjepr bis Werchnednjeprowsk nach КЛЕОПОВ sandig sowie kalk- und nährstoffarm. Die Gliederung der Aue ist wenig ausgeprägt und die Überflutung dauert sehr lange. Nach lang anhaltendem Hochwasser treten viele einjährige Arten auf wie *Lythrum borysthenicum*, *Peplis alternifolia*, *Juncus tenageja* u.a. Leguminosen fehlen ganz, während *Heleocharis palustris* und *Juncus atratus* sich stark ausbreiten. Etwas unterhalb von Kiew, im Naturschutzgebiet Kontscha Saspa herrschen auf frischen Wiesen *Agrostis*-Arten mit *Carex schreberi* vor. Aspektbildend ist *Rumex haplorrhizus*. Dominant in feuchten Wiesen ist *Alopecurus pratensis* mit *Poa palustris*, in nassen *Heleocharis palustris* und *Glyceria fluitans*.

Für das Gebiet von Solotonoscha gibt КЛЕОПОВ folgende Wiesengesellschaften an:

Auf trockeneren Standorten: *Agrostis tenuifolia* mit *Rumex acetosella* oder *Bromus inermis*, dazu *Dianthus borbasii*, *Stellaria graminea*, *Nasturtium silvestre*, *Plantago lanceolata*, *Senecio jacobaea*, *Sedum acre* und annuelle Arten.

Frische Wiesen setzen sich neben *Agrostis* aus *Alopecurus pratensis* und *Carex schreberi* zusammen. Nach langem Hochwasser vermehren sich besonders stark *Juncus atratus* und *Heleocharis palustris*, während *Alopecurus* abnimmt. Dazu kommen *Rumex haplorrhizus*, *Filipendula hexapetala*, *Galium verum*, *Inula britannica*, *Valeriana officinalis*, *Lysimachia nummularia*. Auf etwas schwereren lehmigen Sanden tritt hauptsächlich *Poa* und *Lotus corniculatus* dazu.

Für feuchte Wiesen ist neben *Alopecurus* und *Heleocharis* noch *Beckmannia eruciformis* charakteristisch. Begleiter sind außer *Inula* und *Lysimachia* noch *Allium angulosum*, *Myosotis caespitosa*, *Mentha austriaca*, *Gratiola officinalis*, *Achillea cartilaginea*.

In nassen Wiesen herrscht neben *Heleocharis* *Carex gracilis* vor. Dazu kommen *Myosotis*, *Mentha*, sowie *Alisma arcuatum*, *Stellaria palustris*, *Ranunculus repens*, *Cnidium venosum*, *Sium lancifolium*, *Vicia cracca*, u.a.

Auf jungen Sandablagerungen siedeln sich kleine Arten an, wie *Cryptis alopecuroides*, *Eragrostis minor*, *E. aegyptiaca*, *Cyperus michelianus*, *Juncus tenageja*, *Rumex ucrainicus*, *Lythrum borysthenicum* und *L. hyssopifolia*.

Die etwas niedrigeren Teile am Fuß der Terrasse zeigen bereits eine Karbonatverbrückung mit *Agrostis alba* (*prorepens*), *Triglochin maritimum*, *Trifolium fragiferum*, *Potentilla anserina*, *Orchis laxiflora* usw.

Betrachten wir die Wiesen der Dnjepraue in der eigentlichen Steppenzzone, so zeichnen sie sich gegenüber den Wiesen der Wolga und des Don in derselben Breitenlage durch das Fehlen xerophiler Arten und das Auftreten vieler Arten der Waldzone aus; selbst nordische Elemente wie *Thelypteris palustris*, *Comarum palustre*, *Calamagrostis lanceolata*, *Salix caprea* u.a. kommen hier vor. Das Hochwasser beginnt Anfang oder Mitte April und erreicht den höchsten Stand Anfang Mai. Die Gesamtdauer der Überflutung ist etwa ein Monat.

Sehr verbreitet und wirtschaftlich von Bedeutung sind hier die frischen Wiesen mit *Bromus inermis*, *Agropyrum repens* und *Alopecurus pratensis*. Auf sie entfallen etwa 10–15% der Gesamtfläche, doch ist der Ertrag der Wiesen gering, weil nach Rückgang des Hochwassers das Grundwasser rasch sinkt und die Wiesen ausbrennen. Man kann deutlich 2 Aspekte unterscheiden: Einen gleich nach dem Abtrocknen mit *Mentha austriaca*, *Veronica longifolia*, *Nasturtium silvestre* und einen Spätsommeraspekt mit *Galium verum*, *Asparagus officinalis*, *Euphorbia virgata*, *Rumex multifidus* u.a.

Noch größere Flächen (25% der Gesamtfläche) nehmen die feuchten Wiesen mit *Poa palustris* und *Alopecurus pratensis* ein. Die Zahl der Arten erreicht 70. Auf die beiden Grasarten entfallen 30–70%, resp. 20–30% der Pflanzenmasse, doch ist der Anteil der schlechten Kräuter nicht gering: *Gratiola* bis 20%, *Ranunculus repens* bis 10%, *Glechoma hederacea* bis 10%, *Prunella vulgaris* bis 6% usw.

Von den Arten der nassen Wiesen nennen wir: *Achillea cartilaginea*, *Lythrum virgatum*, *L. salicaria*, *Veronica longifolia*, *Filipendula ulmaria*, *Thalictrum flavum*, *Stachys palustris*, *Lysimachia vulgaris*, *Lycopus europaeus*, *Senecio paludosus*, *Cirsium incanum*, *Althaea officinalis*, *Sparganium simplex* u.a. Bestandbildend

sind *Carex gracilis*, *Glyceria aquatica*, *Phragmites* mit den üblichen Sumpfpflanzen.

Unterhalb von Dnjeppropetrowsk durchbricht der Dnjepr die kristalline Platte und besitzt keine Aue. Nachdem er bei Saporoshje das Kristallin verlassen hat, bildet er ganz anders geartete riesige Auenflächen, die erst im nächsten Abschnitt behandelt werden sollen.

Was nun die Nebenflüsse des Dnjeprs anbelangt, so sind die Verhältnisse der Aue sehr verschiedenartig. Die Nebenflüsse in Polesien besitzen meist moorige Talauen, die bei den Mooren behandelt werden. Die rechten Nebenflüsse der Waldsteppenzzone fließen meist in Felsbetten, so daß die Aue fehlt; eine Ausnahme bildet der Rossj-Fluß, dessen Aue nur im unteren Teile lang überflutet wird und denselben Charakter trägt, wie die Dnjepraue. Dort, wo sie noch nicht unter dem Einfluß des Dnjepr steht, weist sie allerdings einen viel größeren floristischen Reichtum auf, was mit dem höheren Kalkgehalt der Auenböden in Zusammenhang steht. Das Tjasmintal ist wiederum moorig.

Von den linken Nebenflüssen haben diejenigen, die in Polesien entspringen, versumpfte Täler (Trubesh, Supoi, Orschiza, Udaj). Die anderen, deren Quellgebiet auf der mittlerrussischen Erhebung liegt (Sula, Psjol mit Choral, Worskla) besitzen im Oberlauf eine mittellang überflutete Aue, im Mittel- und Unterlauf dagegen treten eutrophe Moore (Sula, Choral) oder Salzwiesen auf (Psjol, Worskla). Das letztere gilt auch für die Steppen-Nebenflüsse Orel und Samara.

Was den Oberlauf der linken Nebenflüsse anbelangt, so läßt der geologische Aufbau der Aue drei Perioden unterscheiden, z.B. beim Psjol: Zu Beginn des Postglazials wurden auf die paläogenen Schichten sandige Sedimente ohne Ton abgelagert. Der Fluß hatte damals eine starke Strömung. In der darauffolgenden bewaldeten Periode besaß er die geringste erodierende Kraft und lagerte hauptsächlich Lehme ab. In neuerer Zeit schließlich, als das Gebiet durch den Menschen entwaldet wurde, nahm die Erosion wieder zu und die Lehme werden erneut von Sanden überlagert. Die Aue ist 2,5–5 km breit. Die Wiesen erhalten infolge der intensiven Boden-erosion im Einzugsgebiet genügend Nährstoffe, obgleich die Tonteilchen nicht zur Ablagerung kommen. Der Heuertrag beträgt 23–29 dz/ha und die Qualität des Heues ist gut, namentlich bei den *Alopecurus-Trifolium repens*-Wiesen. Auf

die einzelnen nach den Dominanten unterschiedenen Gesellschaften soll hier nicht eingegangen werden.

Die Wiesen der Worskla tragen z.T. schon mehr Steppencharakter, doch lange nicht in dem Maße, wie die *Bromus erectus*-Wiesen an der Wolga und am Don.

Das größte Flußsystem der Ostukraine gehört dem Donez an, dessen Tal 4 Terrassen aufweist: Die Aue, die Sandterrassen und zwei Lößterrassen, von denen wir an der unteren nur eine, an der oberen zwei Lößschichten unterscheiden können. Die Gesamtbreite des Doneztales ist 5–26 km (bei Smijew sogar 60 km) bei einer mittleren Höhe von 2 m über dem Flußniveau.

Die eigentlichen Auwiesen erstrecken sich nach Süden bis zur Einmündung des Nebenflusses Borowaja. Weiter abwärts beginnen die Brackgesellschaften. Die Gliederung der Aue in die drei Teile ist sehr deutlich. Der größte Teil der Aue ist mit Wiesen bedeckt, doch sind noch große Flächen von Auenwäldern erhalten geblieben. Auch letztere werden im Frühjahr so stark überflutet, daß man mit dem Boote in ihnen herumfahren kann. Die Bäume werden 25–28 m hoch bei einem Durchmesser von 25 cm; der Kronenschluß beträgt 65%. Sie bestehen aus Esche und Feldulme, dazu Flatterulme, Eiche, Linde u. a. Die übrige Flora entspricht der Vegetation feuchter Laubwälder. Daneben war früher auch die Pappelaue verbreiteter.

Am Fuße der Terrasse findet man auf Torfboden typische Erlenbrücher, die SOSULIN genauer beschreibt.

Er gibt auch die Aspektfolge der Wiesen bis zum ersten Schnitt wieder:

1. Vorfrühjahrsaspekt: Mitte April werden Teile der Aue vom Wasser frei. Die Wiesen beginnen zu ergrünen. Es blühen *Ficaria verna*, *Gagea pusilla* und *Caltha palustris*.

2. Erstfrühjahrsaspekt: Ende April bis Mitte Mai: Schon von weitem fallen die gelben Flecke der Sumpfdotterblume (*Caltha palustris*) auf; Stellenweise stehen in Massen *Fritillaria meleagroides* in Blüte. Daneben findet man die rosa Blütenstände von *Pedicularis laeta* und blühende Exemplare von *Carex vulgaris*, *Ranunculus pedatus* und stellenweise viel *Taraxacum officinale*.

3. Vollfrühlingsaspekt. Mitte bis Ende Mai: Es herrscht auch jetzt die gelbe Blütenfarbe vor, die sich gut von dem frischen grünen Untergrund abhebt. In Massen blühen *Roripa*-Arten, *Ranunculus acer*, *R. polyanthemus*, *R. pedatus*, *Taraxacum officinale*; letzteres bereits zum Teil mit reifen Fruchtständen.

den. An feuchteren Stellen blüht *Iris pseudacorus* und insbesondere an Waldrändern *Cardamine pratensis*.

4. Spätfrühjahrsaspekt von Anfang bis Mitte Juni: Die Blütenpracht der Wiesen erreicht den Höhepunkt. Es heben sich besonders hervor die weißen Rispen von *Filipendula hexapetala* mit zart rosa Knospen, die leuchtend roten *Gladiolus imbricatus* und dazwischen die gelben *Alectorolophus major*, *Crepis tectorum*, dazu *Silene inflata*, *S. multiflora*, *Campanula glomerata*, *Lychnis viscaria* usw. In der unteren Krautschicht findet man *Trifolium pratense*, *T. alpestre*, *T. hybridum*, *T. repens*, *T. agrarium*, an feuchteren Stellen *Lychnis flos-cuculi* und *Carex gracilis*.

5. Frühsommeraspekt vor dem Schnitt etwa am 20.–30. Juni: Die meisten oben genannten Arten sind abgeblüht. An trockenen Stellen blüht jetzt *Galium verum*, an feuchteren *Thalictrum simplex* und *Lythrum salicaria*; überall erkennt man *Achillea millefolium*, *Centaurea jacea*, *Knautia arvensis*, *Coronilla varia*. Die Gräser sind verblüht, dagegen setzen die Kleearten und auch *Medicago sativa* die Blüte fort.

Durch den Schnitt wird in diesem Stadium die Entwicklung jäh unterbrochen. Die Spätsommeraspekte werden nicht vermerkt.

Was die einzelnen Wiesengesellschaften anbelangt, so unterscheidet BILIK folgende:

1. Auf den trockensten Auwiesen, die nur ganz kurze Zeit unter Wasser stehen und die im Sommer stark austrocknen, herrscht *Festuca sulcata* (70–80% deckend) vor. Sie verdrängt hier die üblichen Wiesengräser, kann jedoch nicht durch die *Stipa*-Arten, die ganz fehlen, unterdrückt werden. Es handelt sich somit noch nicht um einen Wiesensteppentypus. Außerdem treten auf *Salvia nemorosa*, *Carex praecox*, *Geranium collinum*, im Süden *Plantago salsa*, *Statice tomentella* u. a. Der Heuertrag ist gering (15–20 dz/ha). Unterhalb von Smijew tritt an solchen Standorten schon Solonezboden auf.

2. An etwas feuchteren Stellen wachsen immer noch steppenähnliche Gesellschaften mit *Poa angustifolia* (bis 30% deckend), *Koeleria delavignei* oder *Carex praecox*.

Häufig sind *Medicago falcata* und *Poa bulbosa*, *Agropyrum repens*, *Alopecurus pratensis*, *Taraxacum officinale*. Die Wiesen sind meist 3–4schichtig. In der oberen 70–85 cm hohen und lockeren Schicht findet man *Alopecurus pratensis*, *Festuca pratensis*, *Agropyrum repens*, *Bromus inermis*, *Cichorium intybus*, *Rumex confertus*. In der zweiten 40–70 cm hohen Schicht herrscht *Poa angustifolia* vor, dazu kommen *Koeleria delavignei*, *Bromus commutatus*, *Festuca rubra*, vereinzelt *Poa trivialis*, *Medicago falcata*, *Vicia cracca*, *Achillea millefolium*, *Carum carvi*, *Euphorbia virgata*, *Galium verum*, *Filipendula hexapetala*, *Knautia arvensis*, *Centaurea jacea*, *Rumex acetosa* u. a. Die dritte Schicht (20–30 cm)

setzt sich schließlich aus *Carex praecox* (20–30% deckend) zusammen, zu der sich *Festuca sulcata*, *Poa bulbosa* (*vivipara*), *Lotus corniculatus*, *Medicago lupulina*, *Trifolium pratense*, *Carex hirta*, *C. spicata*, *Juncus gerardi*, *Convolvulus arvensis*, *Fritillaria meleagroides*, *Geranium collinum*, *G. pratense*, *Inula salicina*, *Potentilla argentea*, *Plantago lanceolata*, *Taraxacum officinale* u. a. gesellen.

Von den drei dominanten Arten ist *Poa angustifolia* auf den trockeneren, *Koeleria* auf den mittleren, *Carex praecox* auf den feuchteren am häufigsten.

3. Die eigentlichen Wiesen setzen sich in der Hauptsache aus mesophilen Arten zusammen. Das Grundwasser sinkt hier im Sommer nicht unter 50–150 cm Tiefe.

Auf diese Wiesen entfallen am Donez 30–40% (20–60%) der Gesamtfläche. Dominant sind *Bromus inermis* in der Nähe des Flußufers, *Calamagrostis epigeios* auf grobkörnigen Ablagerungen, *Agropyrum repens* auf verschiedenartigen Ablagerungen bei einem Heuertrag von 35–40 dz/ha. Alles das sind Wiesen mit hohem Grasstand.

Wiesen mit mittelhohen Gräsern (50–70 cm) werden durch folgende Arten gebildet: *Poa pratensis* (selten), *Poa palustris* (sehr häufig), *Poa trivialis* sehr häufig an etwas feuchteren Stellen, *Bromus commutatus* an gestörten Stellen.

Die besten Wiesenflächen sind solche auf frischen Böden in leichten Senken mit sehr vielen Leguminosen, die bei einem Ertrag von 35–40 dz/ha ein vorzügliches Heu liefern. Es herrscht vor allen Dingen *Trifolium pratense* vor, bei etwas größerer Feuchtigkeit auch *Trifolium hybridum* (Ertrag 40–45 dz/ha).

4. Bei den sumpfigen Wiesen kommen schon Hydrophyten hinzu. Sie bilden den Übergang zu den Flachmooren. Von hohen Gräsern (120 cm) sind zu nennen: *Beckmannia eruciformis*, *Alopecurus ventricosus*, *Deschampsia caespitosa*, *Phalaris arundinacea*. Die Erträge erreichen 60–70 dz/ha, doch ist die Qualität des Heues gering.

An diese sumpfigen Wiesen schließen sich bei weiterer Zunahme der Feuchtigkeit schon die richtigen Großseggenbestände (*Carex gracilis*, *C. disticha*, *C. melanostachya*) an.

In Senken mit offenem Wasser folgt auf diese die Sumpf- und Wasservegetation, die hier folgende Zonationen vom Rande gegen die Mitte mit zunehmender Tiefe aufweist: 1. *Scirpus lacustris*, 2. *Typha angustifolia*, 3. *Phragmites communis*, 4. *Nuphar luteum* und seltener *Nymphaea*

alba, 5. *Potamogeton*-Arten, 6. *Sagittaria sagittifolia* und Algen.

f) Die großen Auen am unteren Dnjepr

Unterhalb von Saporoshje nach Austritt des Dnjeprs aus der Granitplatte ändert sich sein Tal ganz auffallend. Es bilden sich riesige Überschwemmungsgebiete mit vielen Flußarmen, Inseln und ausgedehnte Wiesen und Röhrichtflächen, die sich bis zur Mündung hinziehen und auf russisch als «Plawni» (von *plawatj* = schwimmen) bezeichnet werden.

Die weitere Schilderung bezieht sich auf die Verhältnisse vor dem Bau der Staudämme:

Die Überschwemmungsdauer ist hier besonders lang, denn das Frühlingshochwasser beginnt z. T. bei Nikopol 2 Wochen früher als bei Kiew. Auf die erste Hochwasserwelle, die vom südlichen Teil des Einzugsgebietes gespeist wird, folgt auf dem Fuße die zweite aus den nördlichen Teilen. Die Folge davon ist, daß die Vegetation übermäßig lange unter Wasser bleibt oder im Süden auch schon nach Beginn der Entwicklung erneut überflutet wird. Diese Verhältnisse wirken sich sehr ungünstig aus, so daß für die Pflanzendecke dieser Überschwemmungsgebiete eine gewisse Artenarmut bezeichnend ist, insbesondere im untersten Teil des Dnjeprs. Selbst das Schilf kommt hier nicht zur Blüte.

Die Besprechung der ursprünglichen Vegetationsverhältnisse wollen wir am besten getrennt nach den einzelnen Abschnitten vornehmen. Wir unterscheiden (SOKOLOWSKI):

1. Die Konka-Aue oder «Große Wiese» vom Dnjeprstaudamm bis Nikopol
2. Die Busuluk-Aue zwischen Nikopol und Kachowka und
3. Die Sümpfe des untersten Dnjeprs von Kachowka bis zur Mündung.

1. Die frühere Vegetation der *Konka-Aue* ist von LAVRENKO und SOS folgendermaßen beschrieben worden: Die Aue ist bis zu 20 km breit und liegt an der Stelle, an der der Dnjepr plötzlich aus der N-S-Richtung scharf nach Westen umbiegt. Während der Dnjepr die Aue vom Westen her begrenzt, wird sie im Osten durch den kleinen Nebenfluß Konka umflossen. Zwischen beiden bestehen zahlreiche Querverbindungen durch unregelmäßig verlaufende Flußarme. Geomorphologisch können wir folgende Teilgebiete unterscheiden:

- a) Den erhöhten Uferwall längs des rechten Dnjeprufers
- b) Den sehr weiten zentralen Teil der Aue, der zur Konka zu etwas abfällt und dort stärker versumpft ist
- c) Den an das linke Kernufer angrenzenden Teil mit der diesem entlang fließenden Konka
- d) Die über das Hochwasser hinausragenden aus Dünen bestehenden Teile «Große und kleine Kutschugury».

Mit Ausnahme des letzten Teiles wird die ganze Fläche vom Hochwasser fast jedes Jahr überschwemmt. Im Frühjahr 1942 war es jedoch nicht der Fall, da der Dnjepr fast kein Hochwasser führte. In extremen Jahren kann es aber August werden, bis die Überschwemmung endgültig zurückgeht.

Die Böden sind meist Wiesenböden, in den tieferen Teilen auch Sumpfböden. Von den ersteren sind die mittelfeuchten (Grundwasserstand 1,5 m tief) und humusreichen (2–3,5% Humus) am verbreitetsten.

Auf dem Uferwall, der eine Breite bis zu 3 km erreicht, stockt ein Auenwald aus *Salix alba* und *Populus nigra*, auf erhöhten Stellen auch *Ulmus effusa* mit *Quercus robur*. Verbreitet sind Gebüsche von *Salix triandra* und *S. cinerea*, während *Frangula alnus* selten ist. Die Krautschicht besteht auf den erhöhten Stellen aus fast reinen Beständen von *Carex schreberi* oder *Calamagrostis epigeios*, stellenweise mit *Artemisia procera* und *Agrostis alba (gigantea)*, auf niedrigeren aus *Agropyrum repens*, *Glechoma hederacea*, *Cirsium incanum* mit *Lythrum salicaria* oder *Lycopus europaeus*. In den Senken bildet *Phragmites communis* mit *Rubus caesius* dichte Bestände oder *Symphytum officinale* mit *Stachys palustris*. Von anderen Arten seien *Aristolochia clematitis* und *Sedum purpureum* erwähnt.

Für die Wiesen des zentralen Auentiles werden angegeben: *Poa pratensis*, *Calamagrostis epigeios*, *Carex schreberi*, *Agropyrum repens*, *Agrostis alba (prorepens)*, *Galium boreale*, *Plantago lanceolata*, *Gratiola officinalis*, *Glechoma hederacea*, *Thalictrum flavum*, *Ranunculus repens*, *Vicia cracca*, *Inula sabuletorum* und eine Reihe von Leguminosen. Das Auftreten von *Juncus gerardi* und *Erythraea pulchella* zeigt leichte Karbonatverbrückung an.

Für etwas erhöhte und deshalb trockenere Wiesen sind bezeichnend: *Agrostis tenuifolia*, *A. alba (gigantea)*, *Scirpus holoschoenus*, *Allium angulosum*, viele Leguminosen, *Euphorbia virgata*, *Senecio borysthenticus*, *Achillea gerberi*, *Dianthus campestris*.

Feuchtere Wiesen weisen schon viele Sumpf-



Abb. 153. Hauptstrom des untersten Dnjeprs von Cherson aus (Foto H. WALTER, ebenso Abb. 154–156). Auf der linken Flußseite (in der Ferne) Sumpfböden mit Wasserarmen (vgl. Abb. 154–156).



Abb. 154. Dnjepr-Sumpfböden auf dem linken Ufer. Weite Schilffläche mit dem Bodenkundler Prof. Machov.

pflanzen auf: *Euphorbia palustris*, *Senecio paludosus*, *Veronica longifolia*, *Achillea cartilaginea*, *Althaea officinalis* u. a.

Sehr charakteristisch sind neben den Senken mit Großseggen und Röhricht an feuchteren Stellen Weidenbüsche mit *Salix triandra* und *S. fragilis*, sowie näher zum Dnjepr *Salix cinerea*, die ein eigenartiges Landschaftsbild bedingen.

Am Fuße des Kernufers findet man Salzpflanzengesellschaften, die schon besprochen wurden. Als Endemit wird die *Centaurea konkai* angegeben.

2. Die *Busuluk-Aue* liegt tiefer als die *Konka-Aue*. Es herrscht hier deshalb die Vegetation feuchter Wiesen und Niedermoore vor. Eine Beschreibung liegt für das «Große Wasser» vor, den Teil der Aue, der durch Dnjeprarme und das

Delta vom *Busuluk* gebildet wird. Die nackten Sandbänke an den Flußläufen werden zunächst durch *Chenopodium polyspermum*, *Corispermum intermedium*, *Polygonum lapathifolium*, *Eragrostis suaveolens* besiedelt. Bald stellen sich Keimlinge von Weiden und Pappeln ein, womit der Übergang zur Pappelaue gegeben ist. Auf trockeneren Sandrücken mit etwas beweglichem Sand weiter vom Flußlauf entfernt findet man *Salix acutifolia*, *Tragopogon floccosus*, *Gypsophila muralis*, *Calamagrostis epigeios*, *Carex colchica*. Die Wiesen des zentralen Teiles weisen keine Besonderheiten auf. Die größten Flächen werden von feuchten Wiesen mit *Phalaris arundinacea* eingenommen, die einen Heuertrag bis 50 dz/ha ergeben, aber von ganz geringer Qualität.

3. *Sümpfe des unteren Dnjeprs* (Abb. 153). In diesem Gebiet teilt sich der Fluß in mehrere Arme auf, zwischen denen sich große Inseln mit Röhrichtbeständen (Abb. 154), Wiesen und einzelne Seen befinden. Fischer haben zu letzteren schmale Zugänge durch Kanäle geschaffen (Abb. 155). Der Vogel- und Fischreichtum dieses von der Außenwelt so gut wie abgeschlossenen Gebietes ist sehr groß. Hier kommt auch der Purpureiher vor. Die Wasserpflanzen sind in den stillen und flachen Seen üppig entwickelt (Abb. 156).

Für den See *Werchneje Steblejewskoje* können folgende Angaben gemacht werden (Arten in Reihenfolge der abnehmenden Menge):

I. Zone: Seerosenbestand, Tiefe 1 m, Deckung 70–80 %.

a) Mit Schwimmblättern (Abb. 156):

Limnanthemum nymphaeoides, *Nymphaea alba*, *Trapa natans*, *Nuphar luteum*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Lemna trisulca*, *L. polyrrhiza*, *Salvinia natans*.

b) Untergetauchte:

Ceratophyllum demersum, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton perfoliatus*, *P. pectinatus*, *Helodea canadensis*, *Ranunculus divaricatus*, *Najas minor*.

c) Sumpfpflanzen (kümmerlich):

Scirpus lacustris, *Butomus umbellatus*, *Sparganium ramosum* (polyedrum), *Typha angustifolia*.

II. Zone: Rohrkolbenbestand, Wassertiefe 50–80 cm, Höhe des Röhrichts über dem Wasser 2 m, Deckung 60–70 %.

Typha angustifolia, *Cicuta virosa*, *Lycopus europaeus*, *Sagittaria sagittifolia*, *Rumex hydrolapathum*, *Phragmites communis* (kümmerlich), *Hydrocharis morsus-ranae*, *Salvinia natans*.

III. Zone: Schilfbestand, Höhe 3 ½ m, Wassertiefe 20 cm, Deckung 100 %.

Phragmites communis, *Solanum dulcamara*, *Stachys palustris*, *Typha angustifolia* (kümmerlich).

Stellenweise bildet das Schilf ganz reine Bestände, höchstens kommt verkümmert *Galium palustre* vor.

IV. Zone: Sumpfbestand auf *Salix alba*-Schlagfläche, Höhe 2 m, Deckung 100%.

Salix alba (Stockausschläge), *Glyceria aquatica*, *Stachys palustris*, *Lycopus europaeus*, *Lysimachia vulgaris*, *Polygonum amphibium*, *Sium latifolium*, *Leersia oryzoides*, *Phalaris arundinacea*, *Agrostis alba*, *Acorus calamus*, *Solanum dulcamara*, *Mentha aquatica*, *Iris pseudacorus*, *Alisma plantago*, *Scutellaria galericulata*, *Myosotis palustris*, *Lythrum salicaria*, *Sparganium polyedrum*, *Carex gracilis*, *C. acutiformis*, *Scirpus maritimus*, *Polygonum hydropiper*, *Rumex hydrolapathum*, *Butomus umbellatus*, *Cuscuta spec.* auf *Stachys*, *Caltha palustris*, *Epilobium hirsutum*, *E. tetragonum*, *Symphytum officinale*, *Cirsium incanum*, *Achillea cartilaginea*, *Erigeron canadensis*, *Thalictrum flavum*.

Auch an den Flußarmen tritt eine deutliche Zonation hervor: Im tiefsten Wasser wächst *Potamogeton perfoliatus*; darauf folgt eine Zone mit *Sagittaria sagittifolia*, *Limnanthemum nymphaeoides* und *Nuphar luteum*; näher zum Ufer wächst *Sparganium ramosum* (*polyedrum*) und *Typha angustifolia*, weniger *Scirpus lacustris*; am Ufer selbst *Salix amygdalina* und *Phragmites communis*.

An sandigen Uferstellen findet man viel *Glycerhiza echinata*, *Rubia tatarica*, *Chenopodium botrys*, *Panicum glabrum*, *Eragrostis minor*. Auf höheren Sandufern wächst *Salix alba* und *Populus nigra* und in der Krautschicht *Alopecurus ventricosus*, *Agrostis alba*, *Poa palustris*, *Agropyrum repens*, *Hierochloë odorata*, *Leersia oryzoides*.

Das ganze Gebiet ist ein Labyrinth von Wasserläufen, Seebecken, Wiesen, Röhrichbeständen, Weidengebüsch und Sandinseln. Dazwischen findet man schwimmende Inseln aus vom Ufer abgerissenem Torfboden. Sie werden im Frühjahr nicht überschwemmt, so daß Arten, die gegen lange Überstauung empfindlich sind, gerade hier am besten gedeihen: *Carex acuta*, *C. pseudocyperus*, *Thelypteris palustris*, *Cicuta virosa*, *Berula angustifolia*, *Mentha aquatica*, *Rumex hydrolapathum*, *Bidens cernuus* u. a.

Von floristisch interessanten Arten seien noch *Utricularia vulgaris*, *Vallisneria spiralis* und *Aldrovanda vesiculosa* erwähnt. *Trapa* kommt stellenweise in solchen Mengen vor, daß z. B. in Nikopol die Nüsse in guten Jahren auf dem Markt verkauft wurden.

Ergänzend seien nach PACZOSKI noch folgende nicht erwähnte Wasserpflanzen genannt: *Najas major*, *Potamogeton crispus*, *P. natans*, *P. gramineus*, *P. lucens*, *P. fluitans*, *Ceratophyllum submersum*, *Myriophyllum verticillatum*, *Stratiotes aloides*, *Hottonia palustris*.



Abb. 155. Kanal mit *Nymphaea* im Sumpfbgebiet auf der linken Dnjepr-Seite.



Abb. 156. Dnjepr-Nebenarm im Sumpfbgebiet mit *Nymphaea*, *Nymphoides* (*Limnanthemum*), *Trapa* und *Salvinia*. Hinten vor dem Röhrich eine Fischreue.

Wirtschaftlich ist dieses Überschwemmungsgebiet von geringer Bedeutung. Neben Jagd und Fischfang wird es zur Mahd genutzt, doch ist das Heu geringwertig. Es kann wegen der großen Nässe der Wiesen auch nur sehr spät gemäht werden.

Der höchste Wasserstand wird am untersten Dnjepr meist Mitte Mai erreicht, d. h. zu einer Zeit, da die Vegetation schon in voller Entwicklung ist, *Caltha* blüht und das Schilf große Triebe hat. Die erneute Überflutung hemmt natürlich die weitere Entwicklung sehr. Empfindlichere Arten fehlen deshalb hier ganz, die Flora ist relativ eintönig, große Flächen werden von fast reinen Schilf- oder Rohrkolbenbeständen eingenommen.

Da der Wasserstand in den einzelnen Jahren

sehr verschieden ist, finden wir in trockenen Jahren auf trockenem Seegrunde oft die Landformen von typischen Wasserpflanzen wie *Nymphaea*, *Nuphar*, *Limnathenum*, *Myriophyllum*, *Ranunculus aquatilis*, *R. divaricatus*, *Potamogeton gramineus*. Andererseits werden in wasserreichen Jahren selbst *Ranunculus sceleratus* und *Hippuris vulgaris* zu Wasserpflanzen.

Noch extremer waren die Verhältnisse an der unteren Wolga vor dem Bau des großen Wolgadamms und des Wolga-Don-Kanals. Es wird hier der frühere Zustand von vor 30 Jahren geschildert (aus WALTER 1943, S. 132):

«Sehr eigenartig ist die Vegetationsentwicklung auf den Alluvionen der unteren Wolga. Das Hochwasser kommt hier nicht wie sonst zu Beginn der Vegetationszeit, sondern teilt dieselbe in zwei Phasen. Der Höchststand (+4 m) wird am 12. 14. Juni erreicht. Das Frühjahr beginnt im Süden im März, lange bevor im Oberlauf Tauwetter eintritt. Die Eisdecke hält auf der unteren Wolga im Mittel nicht über 110 Tage an, oberhalb von Kasan dagegen 140–150 Tage. Deswegen sind hier auf dem Überschwemmungsgelände Frühlingsphemere verbreitet, die ihre Entwicklung noch vor Eintritt des Hochwassers (Ende April bis Anfang Mai) abschließen (z. B. *Ranunculus pedatus*, *Stenophragma thalianum*, *Androsace elongata*, *Draba nemorosa*, *Cerastium anomalum*, dazu im Gebiet der Wolga-Achtuba *Alyssum desertorum*, *Chorispora tenella*, *Agropyrum orientale*, *A. prostratum* u. a.). Andererseits erscheinen nach dem Fallen des Hochwassers Ende Juli andere raschwüchsige Arten, die wir als Sommerphemere bezeichnen können (z. B. *Scirpus hamulosus*, *S. supinus*, *S. michelianus*, *Marsilea aegyptiaca*, *Vandellia pyxidaria* u. a.). Sie brauchen zu ihrer Entwicklung bis zur Fruchtreife nur 10–15 Tage. Die ausdauernden Pflanzen, die vom Hochwasser mitten in ihrer Entwicklung überrascht werden und dann bis zu drei Monaten unter Wasser bleiben, verlieren zum Teil die oberirdischen Sprosse ganz (*Agropyrum repens*, *Tournefortia sibirica*), oder ihre Blätter sterben ab, und nur die Stengel mit den Endknospen bleiben lebend (*Euphorbia uralensis*, *Cynanchum acutum*) oder sie besitzen schließlich die Fähigkeit, Wasserformen unter Wasser zu bilden (*Butomus umbellatus*, *Lysimachia nummularia*, *Nasturtium brachycarpum* u. a.). Bekannt sind die Sumpfgebiete der unteren Wolga durch das Vorkommen der indischen Lotosblume (*Nelumbo*). » Vgl. dazu Teil VII, Kaukasus.

g) Die Wiesen der Pods auf Solodböden

Als Pod wird eine Depression ohne oberflächlichen Abfluß in der Steppenzone bezeichnet. Über sie und ihre Entstehung hat WILHELMY in deutscher Sprache berichtet. Allerdings mißt der Verfasser den Unebenheiten des tertiären Reliefs für die Entstehung von Pods nur geringe Bedeutung bei, obgleich das die Hauptursache sein dürfte. Denn MACHOV hat durch Bohrungen in einer Podlandschaft das tertiäre Relief rekonstruieren können und dabei gefunden, daß es in weitgehendstem Maße dem heutigen Relief entspricht, d. h., daß die Pods noch vor den Lößablagerungen als Depressionen vorgezeichnet waren. Daß einer späteren Vertiefung der Pods durch Auslaugung von Salzen aus der Lößdecke keine Bedeutung beigemessen wird, ist sicher richtig. Eine andere Ursache zieht jedoch WILHELMY nicht in Betracht. In neuerer Zeit haben nämlich Techniker bei Kanalbauten wiederholt die unangenehme Erfahrung gemacht, daß mit Wasser abgesättigter Löß stark absackt, infolge einer Umlagerung der Schluffkomponente. Eine solche Wassersättigung des Lösses findet aber unter den Pods statt.

Wir wollen jedoch auf diese Fragen hier nicht näher eingehen und nur die Vegetationsverhältnisse etwas genauer behandeln.

Diese Aufgabe ist nicht leicht, denn die Podvegetation ist nichts Konstantes und steht auch nicht mit der Umgebung in einem bestimmten Gleichgewicht. Im Gegenteil, die Pflanzendecke der Pods wird dauernd aus dem Gleichgewicht gerissen und muß sich immer von neuem auf wechselnde Bedingungen umstellen. Die Feuchtigkeitsverhältnisse hängen nämlich vollkommen von den Niederschlägen des jeweiligen Jahres ab. In regenreichen Jahren füllen sich die Pods ganz mit Wasser auf und bieten einer Sumpflvegetation geeignete Bedingungen. In trockenen Jahren dagegen kann es vorkommen, daß kein Wassertropfen in die Pods abfließt und sie ebenso trocken sind wie die sie umgebende Steppe. Diese Verhältnisse wechseln in mehr oder weniger scharfer Ausprägung alle paar Jahre ab. Leider liegen genaue Pegelmessungen von keinem einzigen Pod vor.

Die Vegetation muß sich auf diese Extreme einstellen. Sie ist dauernden Veränderungen unterworfen und eine Beschreibung wird sehr verschieden ausfallen, je nachdem, ob man sie in feuchten oder in trockenen Jahren vornimmt.

Charakterarten der Pods sind: *Agropyrum repens* (*pseudocaesium*), *Carex nutans*, *Centaurea inuloides*, bezeichnend sind auch *Carex schreberi*, *Euphorbia virgata*, *Vicia tetrasperma*, *V. hirsuta* und *V. lathyroides*.

In trockenen Jahren herrscht *Festuca sulcata* vor und *Agropyrum pseudocaesium* kommt schüchtern dazwischen hervor. Die Vegetation ist viel ärmer als in der umgebenden Steppe. In feuchten Jahren beherrscht *Agropyrum pseudocaesium* das Feld, daneben *Euphorbia virgata*, *Centaurea inuloides*, *Damasonium stellatum*, *Nasturtium brachycarpum*, *Lythrum borysthenicum*, *Inula britannica*, *Scirpus supinus*, stellenweise *Heleocharis palustris*; in dem in der Mitte stehenden Wasser und später auf dem feuchten Boden entwickeln sich zu einem Teppich *Elatine alsinistrum*, *E. hungarica*; an den tiefsten Stellen des Pods, meist umrandend steht *Butomus umbellatus*; weiter außen entwickelt sich besonders üppig *Alopecurus pratensis*, der 1 m Höhe erreicht und bis zu 80% deckt.

Feuchte Jahre, in denen die Pods sich mit Wasser anfüllen, waren 1882, 1906, 1911–12, 1927–28, 1932–33, 1942.

In trockeneren Jahren verschwindet *Elatine*; *Butomus* und *Heleocharis* treiben nicht aus; den inneren Teil bedeckt *Agropyrum*, weiter außen wächst es zusammen mit *Alopecurus* und an den Podhängen dringt *Festuca sulcata* vor.

Es genügt jedoch die Überflutung in einem einzigen Jahre, um alle Steppenarten wieder zurückzudrängen. Nach SCHALYT wiederholt sich das alle 7–8 Jahre.

In den ersten trockenen Jahren ist die Pflanzendecke natürlich noch sehr lückig. Es bleibt viel Raum für ephemere Arten, wie *Draba verna*, *Veronica verna*, *Myosurus minimus* u. a., die sich im Frühjahr in großen Mengen entwickeln.

An den Hängen, die von dem Plateau zum Pod überleiten sind die Feuchtigkeitsverhältnisse günstiger als in der Steppe selbst. Man erkennt das an der Vegetation. Denn an Stelle der für diese Zone charakteristischen Federgrassteppe finden wir krautreiche Gesellschaften, die für eine nördliche Zone bezeichnend sind, mit *Phlomis tuberosa*, *Falcaria vulgaris*, *Vicia villosa*, *Medicago falcata*, *Galium verum* (*ruthenicum*) und im Frühjahr viel *Ornithogalum brachystachys* sowie *Valeriana tuberosa*.

Floristisch sind für die Pods folgende Seltenheiten zu verzeichnen: *Damasonium alisma*, *Lythrum thymifolia*, *Centaurea inuloides*, und Neoendemiten unter den Kleinarten: *Roripa scythica*, *Allium scythicum*, *Phlomis scythica* u. a.

Am genauesten untersucht wurde der Große Tschapelpod (S. 188) bei Askania Nowa (SCHALYT). Wir wollen zwei Beschreibungen geben: 1. nach trockenen Jahren und 2. nach dem nie-

derschlagsreichen Winter 1927/28. Das Einzugsgebiet des Pods erreicht mehrere Hundert km².

Der Große Tschapelpod besitzt in der Mitte einen künstlich ausgehobenen Teich, in dem sich *Butomus umbellatus* ständig hält. Um ihn herum entwickelt sich *Agropyrum pseudocaesium* mit *Carex nutans*, *Nasturtium brachycarpum*, *Beckmannia eruciformis* u. a. Weiter nach außen herrscht *Festuca sulcata* vor, wobei im inneren Teil dieser Zone *Centaurea inuloides* in großer Menge (20% deckend) beigemischt ist und die Moosschicht gut zur Ausbildung kommt. Die Gesamtdeckung dieser Zone beträgt etwa 50%, die Höhe 20–25 cm. Etwa 10% der Deckung entfällt auf *Agropyrum pseudocaesium*, *Ventenata (Avena) dubia*, *Carex schreberi*. Dazu kommen in geringer Menge: *Inula britannica*, *Linaria biebersteinii*, *Arenaria serpyllifolia*, *Artemisia austriaca*, *Cerastium ucrainicum*, *Draba verna*, *Myosurus minimus*, *Polycnemum arvense*, *Polygonum novoascanicum*, *Potentilla argentea*, *Veronica verna*, *Vicia hirsuta*, *V. tetrasperma* u. a.

An den Podhängen, deren Neigung mit bloßem Auge überhaupt nicht sichtbar ist, findet man im unteren Teil noch eine *Festuca sulcata*-*Alopecurus pratensis*-Gesellschaft mit ähnlichen Begleitern. Im mittleren Hangeil verschwinden letztere zum größten Teil, z. B. auch *Agropyrum pseudocaesium* und *Ventenata dubia*, dafür treten auf: Federgräser (*Stipa lessingiana*, *S. ucrainica*), *Artemisia austriaca*, *Agropyrum ramosum*, *A. cristatum*, *Carex stenophylla*, *Phlomis tuberosa*, *Statice sareptana*, *Kochia sedoides*. Der obere Teil des Hanges trägt schon die übliche Steppevegetation, unterscheidet sich jedoch von dieser noch durch das Vorkommen von *Potentilla argentea*, *Phlomis tuberosa*, *Ornithogalum brachystachys* und einigen anderen.

Ganz anders waren die Verhältnisse 1928. Im Winter vorher hatten sich riesige Schneemassen im Pod gesammelt. Vorübergehendes Tauwetter ließ das Wasser im Pod stark ansteigen. Es trat nochmals Frost und starker Schneefall ein; als dann Anfang April das Eis verschwand, bildete sich eine 1600 ha große Wasserfläche, die bis zum Horizont reichte. Das Wasser verschwand erst Ende September. Die Vegetation bildete mehrere Zonen: Im freien Wasser schwammen Watten von *Zygnuma* und *Spirogyra*, dann folgte ein Gürtel mit *Elatine alsinistrum*, darauf einer mit *Agropyrum pseudocaesium* und *Butomus*, zu denen sich nach außen hin *Alopecurus pratensis* hinzugesellte. Dieser herrschte dann vor zusammen mit *Phlomis tuberosa* (ganz außen). *Festuca sulcata* war völlig verschwunden. Dagegen traten noch weitere Arten auf, die man sonst vergeblich suchte: wie *Elatine hungarica*, *Juncus bufonius*, *J. sphaerocarpus*, *Scirpus supinus*, *Damasonium stellatum*, *Sagittaria sagittifolia*, *Potamogeton fluviatilis*.

JANATA vergleicht die Podvegetation des Kreises Melitopol mit derjenigen von Askania Nowa und findet im allgemeinen eine sehr weitgehende Über-

einstimmung. Eine Reihe von Arten fehlt den Pods bei Melitopol, die alle viel kleiner sind. Dafür fehlen einige Arten auch den Pods der Nogaischen Steppe, wie *Fritillaria meleagroides*, *Limosella aquatica*, *Peplis alternifolia*, *Stellaria graminea*, *Ranunculus illyricus*.

Die Pods kommen nur in der Federgrassteppe (Stipetum) vor und fehlen den nördlichen Steppenzonen, in denen das Relief schon stärker gegliedert ist. Wo das nicht der Fall ist, treten um die abflußlosen Senken herum Holzpflanzen auf. Wir erhalten die Espenhaine (vgl. S. 154). Die Vegetation dieser Depressionen ist weiter im Norden auch viel ausgeglichener, weil bei den erhöhten Niederschlägen man mit einer gewissen Wasseransammlung praktisch jedes Jahr rechnen kann und ein völliges Trockenliegen durch Jahre hindurch nicht vorkommt.

Damit haben wir die Betrachtung der Wiesenvegetation abgeschlossen und gehen zu Pflanzengesellschaften noch feuchterer Standorte – den Mooren – über.

8. Die Moore vom Polesje-Gebiet bis in die Steppe

Die Bezeichnung «Boloto» in der russischen Sprache umfaßt sowohl die Moore als auch die Sümpfe; die andere Bezeichnung «Torfjanik» wird dagegen nur für Moore mit einer abbauwürdigen Torfschicht benutzt, entspricht somit der deutschen Bezeichnung Moor im geologischen Sinne. Da wir uns hier mit den Vegetationsverhältnissen beschäftigen, so müssen wir von Mooren im geobotanischen Sinne ausgehen, also von bestimmten Pflanzengemeinschaften, die für dauernd nasse Standorte bezeichnend sind, wobei jedoch das Wasser nur vorübergehend über der Bodenoberfläche steht, meist dagegen etwas unter dieser. Dabei kommt es zu Torfablagerungen, aber diese können oft sehr unbedeutend sein. Sie entsprechen stets der Differenz zwischen der Torfbildung und dem Torfabbau durch Mikroorganismen und diese beiden Vorgänge wiederum hängen sehr stark von den Temperaturverhältnissen ab. Dabei zeigt es sich, daß unter sonst gleichen Bedingungen der Torfabbau durch steigende Temperaturen in stärkerem Maße begünstigt wird als die Torfbildung. In der Ukraine kommt es deshalb im Waldgebiet noch zu einer merklichen Torf-

ablagerung, aber im Bereich der Waldsteppe halten sich die Torfbildung und der Torfabbau nahezu die Waage und im Steppengebiet kommt es überhaupt nicht mehr zu einer nennenswerten Torfablagerung; unter den Moorgesellschaften findet man in diesem Falle ziemlich flüssige amorphe schlammartige Sedimente. Schon das zeigt, daß die geologische Definition der Moore sich in diesem Gebiet nicht anwenden läßt.

Neben einer kurzen Zusammenfassung von LAVRENKO liegt eine grundlegende Arbeit über die Moore der Ukraine von SEROV (1971) vor. Dabei wird die heute übliche Einteilung nach dem Nährstoffreichtum des Moorsubstrats verwendet. Es werden unterschieden:

a) Oligotrophe Moore,

die sehr arm an mineralischen Bestandteilen sind; der CaO-Gehalt des Torfes liegt unter 0,3% und seine Reaktion ist mit einem pH-Wert von 3–4,5 sehr sauer (seltener bis pH 5,4).

b) Eutrophe Moore

mit einer genügenden Menge an mineralischen Bestandteilen und einem CaO-Gehalt bis 3,5%. Salzsäure bewirkt noch kein Aufbrausen und die Reaktion ist nur schwach sauer bis neutral (pH = 5,4–7,2).

c) Alkalitrophe Moore,

die in Mitteleuropa mit Ausnahme des Donaubeckens nicht bekannt sind, denn man findet sie nur im Grenzbereich der Steppe. Sie zeichnen sich durch einen besonders hohen Kalkgehalt aus (im Torf bis zu 40% CaO) und die Reaktion ist alkalisch (pH = 7,0–8,1).

Die alkalitropen Moore leiten eine Kalkverbrückung ein, die im semiariden Gebiet in die Sodaverbrückung übergeht, wobei die pH-Werte 9,0 oder mehr betragen können. Eigentliche oligotrophe Hochmoore rein ombrogener Natur, die ihr Wasser nur aus den Niederschlägen erhalten, gibt es in der Ukraine nicht. Vielmehr sind diese Moore ombrogen-topogenen Ursprungs, d.h. neben den Niederschlägen erhalten sie noch einen Wasserzufluß aus sehr mineral-salzarmen Sanden oder im Frühjahr von tauendem Schnee. Die Moore liegen somit nicht auf Erhebungen sondern in Senken und nehmen oft eine Zwischenstellung zwischen oligotrophen und eutrophen Mooren ein (Zwischen- oder Übergangsmoore), weshalb sie KLEOPOV zur Gruppe der oligo-mesotrophen Moore zusammenfaßt.

Was die allgemeine Verbreitung der Moore

in der Ukraine anbelangt, so ist ihr Anteil an der Gesamtfläche in Polesien im südlichen Teil des Pripjat-Beckens schon außerhalb des Moränengebietes am größten. Bei Korosten entfallen auf die Moore über 20% der Fläche. Einzelne Moore können sich über viele Tausende von Hektaren erstrecken, wobei die eutrophen die größten Dimensionen erreichen, aber auch oligo-mesotrophe Moore vorkommen. Letztere versucht man für landwirtschaftliche Zwecke zu verbessern und in Wiesen überzuführen, indem man sie längere Zeit mit durch Kanäle zugeführtem mineralisalzreichem Flußwasser überstaut.

Auch das Waldgebiet auf dem linken Dnjepr-Ufer weist eine Vermoorung von 5–10% bis 10–20% auf, wobei hier oligo-mesotrophe Moore fast ganz fehlen.

In der Waldsteppe nimmt der Anteil der Moore noch mehr ab und zwar rechts des Dnjepr auf 1,5–3,5%, links vom Dnjepr auf 2,4–4,8%; sie beschränken sich hauptsächlich auf die einzelnen Flußtäler, wobei die alkalitrophen Moore vorherrschen. In der Steppenzone schließlich ist der Anteil der Moore verschwindend gering; an ihre Stelle treten hier halophile Gesellschaften mit Karbonat- und mit Chlorid-Sulfat-Verbrückung, die wir im Anschluß an die Steppen behandelten.

Wir beginnen die Besprechung der Moortypen mit den südlichsten alkalitrophen der Waldsteppen, die im Waldgebiet fast ganz fehlen und gehen dann zu den typischen über.

Die alkalitrophen Bulten-Steppenmoore (*Carricetum omskianae*) kommen nur im Lößgebiet vor, d.h. dort wo das Grundwasser sehr reich an $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ist, also im Bereich der Waldsteppe und der wenigen Lößinseln Polesiens. Diese Moore sind an die Flußtäler oder an oft abflußlose Schluchten gebunden.

Die vorherrschende Art ist *Carex omskiana* (in der Ukraine synonym mit *Carex elata*, *C. stricta* und *C. hudsonii*). Sie bildet oft Reinbestände (Deckung 90%) von 1,7–1,8 m Höhe und füllt die ganze Aue aus, vom Flußbett oft nur durch einen schmalen Röhrichtgürtel und vom Kernufer durch Seggen-Hypnaceen-Moore, selten durch einen Erlenbruchstreifen abgetrennt.

Als Begleiter treten in der oberen Schicht *Calamagrostis neglecta*, *Carex paradoxa*, *C. diandra*, *C. rostrata*, *Lythrum salicaria*, *Equisetum limosum*, *Lysimachia vulgaris* u.a. auf, in der zweiten Schicht *Menyanthes trifoliata*, *Comarum palustre*, *Caltha palustris*, *Cardamine pratensis* u.a.; im Wasser zwischen den Bulten

findet man *Lemna trisulca*, *Hydrocharis morsus-ranae*, auch *Utricularia*-Arten und sogar *Nuphar*.

Eine etwas andere Zusammensetzung zeigen die besonders kalkreichen (CaO bis 40%) Moore mit fast oder ganz fehlendem Abfluß.

Bezeichnend sind hier *Carex limosa*, *C. diandra*, *C. dioica*, *C. lasiocarpa*, *C. rostrata* und die Moose *Drepanocladus sendtneri*, *D. aduncus*, seltener *Calliergonella cuspidata*. Dazu können außer den oben genannten Kräutern auch *Stellaria crassifolia*, *Epilobium palustre*, *Lysimachia thyrsiflora*, *Pedicularis palustris*, *Triglochin palustre*, *Galium palustre* u.a. kommen.

Schließlich sind im Waldsteppen- und Steppengebiet noch alkalitrophe Moore anzutreffen, in denen *Phragmites communis*, *Scirpus lacustris*, *Typha angustifolia*, *Glyceria aquatica* u.a. dominieren. In der Waldsteppe findet dabei noch eine Torfanreicherung statt, im Steppenbereich jedoch nicht. Zu diesen größere Höhe erreichenden Arten gesellt sich in der Schicht darunter *Carex omskiana*, *C. riparia*, oder *Thelypteris palustris* mit anderen Begleitern.

Im einzelnen kommen verschiedene Artenkombinationen vor, doch sind die Pflanzengemeinschaften im allgemeinen ziemlich eintönig.

Gleichzeitig mit dem Aufhören der Torfbildung machen sich bei den südlichen Mooren Anzeichen einer Sodaverbrückung bemerkbar (vgl. S. 193), indem Arten auftreten wie *Carex disticha*, *Triglochin maritimum*, *Bulboschoenus maritimus*, *Alopecurus ventricosus*, *Festuca arundinacea*, *Glaux maritima*, *Trifolium fragiferum*, *Plantago cornuti*, *Scorzonera parviflora* u.a. Nordische Arten wie *Menyanthes trifoliata*, *Epipactis palustris* u.a. werden selten.

Erwähnenswert ist das südlichste Niedermoor von Kardaschinsk im Gebiet der zweiten Sandterrasse am linken abgesunkenen Dnjepr-Unterlauf bei Cherson. Es hat eine Länge von 10 km und eine Breite bis zu 3 km. Die Torfschicht hat im Mittel eine Mächtigkeit von 1,5 m (bis 4,5 m), von denen die untersten 1–2,5 m aus Hypnaceentorf, die obersten Schichten aber aus einem stark zersetzten, halbflüssigen Seggen-Schilftorf bestehen. Die Torfbildung wird hier durch ständige Senkung der Schwarzmeerküste ungeachtet des warmen Klimas begünstigt. Bemerkenswert ist das Vorhandensein von Kiefernpollen selbst in den obersten Torfhorizonten, was für ein Vorkommen dieser Baumart noch in der jüngsten Vergangenheit auf den Sanden am

Dnjeprunterlauf spricht. Wie erwähnt, hatten wir noch 3 ältere Kiefernabäume in diesem Gebiet gesehen. Die heutige Moorvegetation besteht aus *Carex omskiana* z.T. mit *Calamagrostis lanceolata* und Arten wie *Heleocharis palustris*, *Alisma plantago*, *Oenanthe aquatica*, *Sium lancifolium*, *Sparganium polyedrum* u. a.

Die eutrophen Moore (*Cariceto-Drepanocladeta vernicosi*) bilden noch alle Torf, der nicht über 3,5% CaO enthält (pH = 6,2–7,2). Sie sind hauptsächlich in Polesien verbreitet, seltener im Bereich der Waldsteppe. Es handelt sich ebenfalls um Großseggenmoore (*Carex limosa*, *C. diandra*, *C. inflata*, aber auch *C. caespitosa*) mit Hypnaceen (*Drepanocladus*- und *Calliergon*-Arten) zusammen mit Birken- und Erlenbrüchern. Differentialarten gegenüber den alkalitrophen Mooren sind *Carex canescens* und *Drepanocladus vernicosus* sowie *Calliergon giganteum*. Diese Moore sind an die Flußtäler gebunden, während auf den Wasserscheiden schon oligotrophe Moore mit niedrigen Kiefern auftreten können, die im nordwestlichen Polesien sogar so nördliche Elemente wie *Carex pauciflora*, *Oxycoccus microcarpus* und *Chamaedaphne calyculata* aufweisen.

Aber auch unter den eutrophen Mooren gibt es mineralsalzärmere Ausbildungen, auf denen *Sphagnum obtusum*, *S. contortum* und *S. subsecundum* wachsen, während *S. magellanicum* und *S. papillosum* erst auf mesotrophen Mooren vorkommen. Auf diesen eutrophen Mooren finden sich durch Seggen gebildete Bulten mit Holzpflanzen, meist Birken und Weiden, seltener Kiefern und dazwischen die stärker sauren (pH = 5,5–5,8) Seggen-Sphagnen-Bereiche (*Carex limosa*-*Sphagnum obtusum*), auf denen neben den Kräutern der eutrophen Moore auch *Drosera rotundifolia*, *D. longifolia*, *Oxycoccus palustris* und *Scheuchzeria palustris* wachsen. Unter stärker eutrophen Bedingungen tritt als Baumart *Alnus glutinosa* auf mit *Urtica dioica* var. *pubescens*, die sehr hoch wird und eine Deckung bis zu 95% erreicht, oder es kommen die üblichen Erlenbrucharten vor.

Die mineralsalzärmeren Moore leiten über zu den oligo-mesotrophen Mooren (*Nanopineto-Oligo sphagneta* und *Cariceto-Mesosphagneta*).

Die Südgrenze der rein ombrogenen Hochmoore verläuft nach DOKTUROVSKI in Osteuropa von Minsk, nördlich von Tschernigov und südlich von Smolensk, d.h. das Polesiengebiet der Ukraine befindet sich schon südlich von

ihrem Verbreitungsgebiet und alle vorkommenden oligotrophen Moore sind ombro-topogenen Ursprungs. Sie liegen in Senken und erhalten seitlich einen Zufluß von Wasser aus salzarmen Sandschichten.

Bezeichnend für diese Moore ist das Auftreten von *Sphagnum magellanicum*, *S. fuscum* und *S. recurvum*. Die mesotrophen Moore (Übergangsmoore, Zwischenmoore) lassen sich von den oligotrophen nicht scharf trennen. Auf den großen Sandterrassen kommen solche Moore auch südlich von Polesien vor.

Diese Moore können in Polesien durch Verlandung von Wasserbecken bei starker Torfablagerung entstehen. Häufiger sind sie die Folge von Versumpfung der *Pineta polytrichosa* (oft nach Brand oder Kahlschlag) mit Ansiedlung der Torfmoore und langsamem Absterben der Holzarten. Nach den pollenanalytischen Untersuchungen von SEROV war das Klima, als das Gletschereis des Würmglazials sich bis über den Finnischen Meerbusen zurückgezogen hatte, trocken und kontinental. Die Vegetation Polesiens war eine arktische Steppe mit kleinen Schluchtwäldern. Im Spätglazial breitete sich die Kiefer aus, während Birken und Weiden an feuchte moorige Standorte gebunden waren mit arktischen Moosen (*Tomenthypnum nitens*, *Helodium lanatum*, *Meesia triquetra*). Auf die Kiefernzeit folgte die Eichenmischwaldzeit. Die Kiefer nahm anteilig ab, jedoch nicht absolut, da sie auf den Sandterrassen die Vorherrschaft behielt und sich nur z.T. mit der Eiche mischte. Erst sehr spät trat im Westen die Hainbuche auf, die sich bis zur Gegenwart weiter ausbreitete. Das hängt mit einem Kühler- und damit Feuchterwerden des Klimas zusammen. Zugleich beginnt eine Vermoorung der Flußtäler zuerst durch Niedermoor. Die oligomesotrophen Moore sind nach SEROV ganz junge Bildungen im regenreichsten nordwestlichen Teil Polesiens.

Die gewölbten Moore erheben sich über ihre Umgebung maximal nur um 1 m. Die Pflanzendecke besteht aus niedrigen (3–6 m) *Pinus sylvestris*-Krüppeln mit *Ledum palustre*, *Vaccinium uliginosum*, *V. vitis-idaea*, *Andromeda polifolia*, *Chamaedaphne calyculata* und einer Decke aus *Sphagnum magellanicum*, *S. fuscum* und *S. recurvum* mit auf ihnen liegenden Sprossen von *Oxycoccus palustris*, während auf nassen Teilen *Eriophorum vaginatum* dominiert. Verbreitet sind auch *Scheuchzeria palustris*, *Malaxis paludosa*, *Salix myrtilloides* und *Drosera rotundifolia* sowie

D. longifolia, während Arten wie *Salix lapponum*, *Oxycoccus microcarpus*, *Rubus chamaemorus* Seltenheiten sind und *Empetrum nigrum* nur einen Fundort bei Kowel besitzt. Zu den mesotrophen Mooren (pH = 4–5,1) gehört die *Carex lasiocarpa* + *Sphagnum papillosum*-Assoziation mit *Betula* und *Salix cinerea*, wobei auch *Salix myrtilloides*, *Menyanthes* und *Lysimachia thyrsoflora* mit Hochmoorarten vorkommen können. Beschrieben wurde ebenfalls eine *Carex limosa* + *Scheuchzeria* + *Sphagnum cuspidatum*-Assoziation; seltener sind *Rhynchospora alba*-Gesellschaften.

Bei den mesotrophen Mooren, die in der Waldsteppe vorkommen, handelt es sich nur um kleine *Sphagnum*-Moore mit den südlichsten Fundorten von boreal-arktischen Geoelementen. Sie kommen auf Sandterrassen bei einem hohen Grundwasserstand vor und wurden am Bug bei Winniza (LAVRENKO und LEVINA), am Dnjepr (KLEOPOV), im «Schwarzen Wald» (DOKTUROVSKI, PACZOSKI) und am Donez (LAVRENKO) beschrieben. Das südlichste Vorkommen eines *Sphagnum*-Moores gibt SEROV aus dem Gebiet von Dnjepropetrowsk an. Alle diese Moore entwickeln sich auf Schwingrasen.

In der Krautschicht dominieren Seggen (*Carex lasiocarpa*, *C. limosa*, *C. diandra*) oft mit *Calamagrostis lanceolata* und *Eriophorum polystachyum* sowie *E. gracile*; dazu kommen *Comarum palustre*, *Drosera rotundifolia*, seltener *Eriophorum vaginatum*, *Scheuchzeria*, *Oxycoccus palustris* u. a. Die Torfmoose sind durch *Sphagnum magellanicum*, *S. amblyphyllum* u. a. vertreten.

Die Moore wurden früher als glaziale Relikte betrachtet (LITVINOV, KRASNOV, PACZOSKI). Erst LAVRENKO und unabhängig von ihm SEROV lehnten diese Ansicht ab. Dagegen spricht auch das Torfprofil. Es handelt sich um junge Bildungen auf Schwingrasen kleiner Pod-Seen.

Nach LAVRENKO fand die Einwanderung der borealen Elemente in der letzten feuchteren Periode der Postglazialzeit statt. Sie erfolgte längs den aus dem Norden nach Süden strömenden Flüssen mit den sie begleitenden sauren Kiefernwäldern auf der zweiten sandigen Terrasse. Es sind also mit die jüngsten Pflanzengemeinschaften der heutigen natürlichen Pflanzendecke.

Eine übersichtliche Darstellung von der Verbreitung der borealen Geoelemente auf den Sanden und Mooren der zweiten Terrasse des mittleren Donez, also im Grenzgebiet zwischen der

Waldsteppen- und Steppenzone gibt LAVRENKO (1973).

9. Die Pflanzendecke der periglazialen Fels-Steppe

Die glazialen Relikte auf den Kreidehängen wurden bereits mehrmals erwähnt. KLEOPOV hat sich mit ihnen ebenfalls eingehend beschäftigt. Sie besiedelten das nicht vereiste Gebiet zwischen den nach Süden vorspringenden Gletscherzungen und konnten sich auf den für andere Arten ungünstigen Standorten halten.

Als wichtigste Arten dieser periglazialen Steppen nennt KLEOPOV *Carex humilis* und *Helictotrichon (Avenastrum) desertorum*; dazu kommen *Poa sterilis*, *Sesleria heufleriana*, *Allium strictum*, *Thalictrum petaloideum*, *Gypsophila altissima*, *Trifolium lupinaster*, *Polygala sibirica*, *Viola jooi*, *Schivereckia podolica*, *Seseli hippomarathrum* und in Podolien *Thalictrum foetidum* sowie *Scutellaria verna*.

An Steilhängen der mittell russischen Erhebung findet man außerdem noch *Draba sibirica*, *Clausia aprica* (Crucif.), *Potentilla tanaitica*, *Polygala sibirica*, *Daphne cneorum (julia)*, *Bupleurum multinerve*, *Androsace villosa* (Abb. 106), *Galatella fastigiata*, *Chrysanthemum sibiricum (alanaicum)*, *Artemisia sericea*. Auf der Krim kommt in den Gebirgswiesen der Jaila *Carex humilis* als besondere Unterart *Carex buscheorum* dominant vor.

Genetisch gehören die meisten genannten Arten nach KLEOPOV zum asiatischen Gebirgselement und nur wenige wie *Daphne cneorum* zum europäischen genetischen Gebirgselement. Es ist interessant festzustellen, daß in der westlichen Ukraine diese Relikte zusammen mit vielen südsibirischen Geoelementen wachsen.

Sonst ist die Ukraine als ein ebenes Gebiet sehr arm an besonderen Felsgesellschaften.

10. Östlichste europäische und die sibirischen Steppen

Wir hatten die westlichsten Steppen Osteuropas und die azonale Vegetation dieser Zone sehr ausführlich besprochen. Die weiter östlich liegenden Steppengebiete wollen wir dagegen mehr zusammenfassend behandeln. Über die Steppen von Kasachstan vgl. S. 239, über die

von der Mongolei S. 291 und über die von der Mandschurei und Nordostchina S. 221 ff.

Wir halten uns dabei an dieselbe Einteilung in die Unterzonen der Waldsteppe mit Wiesensteppen, der krautreichen Federgrassteppen und der krautarmen Federgrassteppen sowie der zur Halbwüste überleitenden wermutreichen Steppen.

Die Steppenzone erweitert sich östlich von der Ukraine immer mehr, um zwischen Pensa und dem Kaukasus die größte Breite von über 1000 km zu erreichen.

Die zu der *Wiesensteppen-Zone* gehörende Lotarewsche Steppe bei Tambow zeigt deutliche floristische Unterschiede gegenüber den westlichen Steppen: An Stelle von *Adonis* bestimmt hier *Draba sibirica* den Frühjahrsaspekt, etwas später wird *Campanula wolgensis* aspektbildend und im Spätsommer *Artemisia sericea* mit anderen östlichen Arten. Dasselbe gilt auch für die Steppen bei Pensa, wo *Stipa dasyphylla* eine größere Rolle spielt und die östliche Art *Helictotrichon desertorum* auftritt. Im Gebiet Gorki beträgt die Zahl der *Stipa*-Arten schon 9. Es kommen auch *Allium globosum* und *Onosma simplicissimum* hinzu.

Das westsibirische Wiesensteppengebiet, dessen Klima aus Abb. 80 zu ersehen ist, zeichnet sich durch sein flaches Relief aus. Das gilt insbesondere für die Gebiete Ischim und Barabinsk. Hier verlaufen in NE-Richtung zahlreiche wallartige Erhöhungen von 2–4 m (seltener 6–7 m) Höhe, die durch Senken getrennt sind. Auf den Wällen findet man viele seichte Pfannen, oft mit leichter Verbrückung. In den Senken sind Seen, auch z.T. leicht verbrückt, und Moore. Viele europäische Steppenarten fehlen in diesem Gebiet; von östlichen kommen nur wenige hinzu (*Geranium bifolium*, *Peucedanum morissonii*, am Ob *Hemerocallis flava* u.a.).

Die wichtigsten Gräser sind *Calamagrostis epigeios*, *Poa angustifolia*, *Phleum phleoides*, *Helictotrichon schellianum*, während *Stipa* stark zurücktritt. Vorherrschend sind dicotyle Kräuter, unter ihnen einige halophile (*Galatella punctata*, *Plantago maxima*, *Alopecurus ventricosus*) und zahlreiche Wald- bzw. Moorarten (*Rubus saxatilis*, *Lilium martagon*, *Cypripedium macranthum*, bzw. *Filipendula ulmaria*, *Lysimachia vulgaris*, *Angelica sylvestris* u.a.). Der Gesamtcharakter der Steppen ist durchaus von dem europäischen verschieden, was mit den Bodenverhältnissen zusammenhängt. Selbst weiter südlich findet man eine in

europäischen Steppen unbekannte Kombination von xerophilen Arten (*Oxytropis pilosa*, *Onosma simplicissimum*, *Gypsophila altissima*) mit Arten der Wiesenmoore wie *Filipendula ulmaria* oder Arten der Wälder (*Veronica longifolia*, *Solidago virgaurea*, *Viola canina* usw.).

KRYLOV gibt folgende Liste: Vorherrschend *Festuca sulcata* und *Koeleria gracilis*, auch *Phleum phleoides*, nur stellenweise *Stipa*-Arten und *Helictotrichon*, viel *Poa angustifolia*, seltener *Calamagrostis* und *Bromus inermis*; an Kräutern häufig *Medicago falcata*, *Onobrychis sibirica*, *Achillea millefolium*, *Anemone sylvestris*, *Artemisia dracunculus*, *A. glauca*, *A. latifolia*, *A. marschalliana*, *Campanula sibirica*, *Filipendula hexapetala* (sehr viel), *Fragaria viridis*, *Galatella fastigiata*, *G. punctata*, *Galium verum*, *Gypsophila altissima*, *Iris ruthenica*, *Libanotis intermedia*, *Peucedanum morissonii*, *Plantago stepposa*, *Potentilla humifusa*, *Pulsatilla flavescens*, *Salvia stepposa*, *Silene multiflora*, *Thymus marschallianus*, *Veronica spicata*, die einjährige *Androsace septentrionalis* und der Halbparasit *Castilleja pallida*.

Bezeichnend ist das Vorkommen von halophilen Gemeinschaften und von Birkenhainen mit Espen (S. 156), aber auch von Schilfbeständen; auf Sandböden tritt die Kiefer mit einzelnen Lärchen auf.

Genauer werden diese Steppen im Rahmen von Kasachstan besprochen (S. 239). Im südöstlichen Westsibirien wird das Gebiet gebirgiger und die Steppen sind auf einzelne Beckenlandschaften beschränkt, z.B. um Minussinsk (Abb. 78).

Die Wiesensteppen Zentral-Sibiriens diesseits des Baikalsees weisen eine weitere Abnahme westlicher Steppenarten auf und eine gewisse Zunahme an östlichen, aber der Gesamtcharakter der Waldsteppe bleibt derselbe.

In den Birkenhainen der Waldsteppe findet man *Calamagrostis arundinacea* mit *Brachypodium pinnatum* und die Kräuter *Crepis sibirica*, *Pteridium aquilinum*, *Chamaenerium angustifolium*, *Thalictrum minus*, *Galium boreale*, *Rubus saxatilis*, *Heracleum dissectum*, *Sanguisorba officinalis*, *Trifolium lupinaster* u.a.

Gegenüber den osteuropäischen Steppen, die auf einer sehr einheitlichen Lößdecke wachsen, sind die sibirischen Steppen viel verschiedenartiger, weil die Lößdecke fehlt und die Böden bald tiefgründige Lehme, aber auch Sand, bald flachgründig und steinig sind.

So findet man in den Steppen am Jenissej bei Krasnojarsk vorherrschend *Poa angustifolia*, *P. stepposa*, *Phleum phleoides*, *Pulsatilla flavescens*, *Bupleuurn multinerue* u.a., auf steinigten Böden dagegen *Allium*

strictum, *Veratrum nigrum*, *Hemerocallis flava*, *Lilium tenuifolium*, *Thlaspi cochleariforme*, *Hedysarum neglectum*, *Bupleurum aureum*, *Gentiana decumbens*, *Leucanthemum sibiricum* u. a.; auf Sanden *Elymus jenissensis*, *Koeleria thonii*, viel *Thymus asiaticus* u. a.

Die Steppe bei Kansk ist als Relikt der Eiszeit eine durch Frost geprägte Bulten-Steppe, die aus Bulten und Gruben (bis 10 m Ø, 1–1,5 m tief) besteht. Die Bulten sind mit Steppenpflanzen bedeckt (oft *Stipa capillata*, die flachen Teile dazwischen mit Wiesensteppen-Arten, aber auch *Allium schoenoprasum*, *Polygonum viviparum*), während in den Gruben Birken-Haine wachsen.

Einen trockenen Charakter weist die Steppe auf den Angara-Terrassen bei Irkutsk auf.

Verbreitet sind: *Festuca pseudovina*, *Agropyrum cristatum*, *Stipa capillata*, *Poa botryoides* und *Lilium tenuifolium*, *Dianthus versicolor*, *Delphinium grandiflorum*, *Potentilla acaulis*, *P. tanacetifolia*, *Veronica incana*, *Galium verum*, *Scabiosa ochroleuca*; Beweidung bewirkt eine Zunahme von *Artemisia frigida* und *Thymus serpyllum* s.l. Hier kommt auch bereits die dahuro-mongolische Art *Tanacetum sibiricum* vor (KRISTOFOWITSCH 1913).

Damit kommen wir zu den Transbaikal-Steppen (RETSCHIKOV 1961). Es handelt sich um ein Gebirgsland, in dem die Vegetationszonen nicht ausgebildet sind. Man findet die Steppen inselförmig in den tektonisch bedingten breiten Tälern etwa in 500–800 m NN.

Das Klima ist extrem kontinental und weist schon den östlichen Charakter mit Sommerregen auf (80% der Jahresniederschläge fallen im Juli–August), der Winter ist schneearm (Abb. 132). Da die Jahrestemperatur unter 0°C liegt, ist Permafrost überall verbreitet. Die Vegetationsentwicklung beginnt erst Mitte Mai, eine Frühlingsflora fehlt. Das Klima als Ganzes entspricht in den trockenen niedrigen Lagen mehr dem einer Halbwüste. Wenn die Vegetation trotzdem den Charakter von Steppen aufweist, so ist das auf die Wasserversorgung der Pflanzen durch den im Sommer immer tiefer auftauenden Boden zurückzuführen.

Diese Klimaverhältnisse erklären die Beimischung von alpinen Elementen zur Steppenvegetation. Als Beispiel seien genannt: *Arenaria capillaris*, *Androsace incana*, *Leontopodium sibiricum* oder an feuchteren Standorten *Kobresia filifolia*, *Carex melanantha*, *Juncus castaneus* u. a. Auch die Böden unterscheiden sich von denen der westlichen Steppen. Sie zeigen Merkmale der Gebirgsböden, sind humusärmer, skelett-

reicher und durchlässig; an der Grenze zum Permafrost macht sich Gleibildung bemerkbar.

Alle Steppen in den Becken sind von Wäldern umgeben. Im Norden des Gebietes nimmt *Larix dahurica* die ganze Waldstufe ein, über der eine Gebüschstufe mit *Pinus pumila* und *Betula middendorffii* folgt, die noch höher in die Gebirgstundra reicht. Im südlichen Teil des Gebietes ist die Höhenstufenfolge komplizierter: Die Steppen grenzen an *Pinus sylvestris*-Wälder, die in 1000–1100 m NN Komplexe mit Lärchenwäldern bilden und von diesen nach oben abgelöst werden; von 1200 bis 1700 m herrscht an Südhängen die Arve (*Pinus sibirica*) vor und die Lärche bedeckt nur die Nordhänge; darauf folgt eine parkartige subalpine Stufe aus Lärche, Arve und Tanne mit Gebüsch aus *Pinus pumila*, *Betula rotundifolia*, *Rhododendron adamsii*, *Rh. aureum* und *Rh. parvifolium*.

In der Steppenflora überwiegen dahuro-mongolische Geoelemente.

Als charakteristische Arten wären zu nennen: Die dahuro-mongolischen *Tanacetum sibiricum*, *Artemisia leucophylla*, *Stellera* (*Swertia*) *chamaejasme*, die dahurischen *Oxytropis lanata*, *Thymus eravinsensis* (*serpyllum* s.l.), die ostsibirisch-fernöstlichen *Clematis hexapetala* und *Hemerocallis minor*, die ostsibirische Umbellifere *Phlojodicarpus sibiricus*, die ostsibirisch-mongolischen *Agrostis tritii*, *Poa botryoides*, *Festuca lenensis*, *Agropyrum cristatum*, *Aneurolepidium* (*Agropyrum*) *pseudoagropyrum*, *Pulsatilla turczaninowii*, *Artemisia commutata*. Weniger häufig sind dagegen die sonst weitverbreiteten *Stipa capillata*, *Helictotrichon schellianum*, *Allium odoratum*, *Veratrum nigrum*, *Polygonum viviparum*, *Sanguisorba officinalis*, *Galium boreale*, *G. verum*, *Trifolium lupinaster*, *Veronica incana* u. a. Nur *Koeleria gracilis* und *Kobresia bellardi* sowie *Aster alpinus* sind oft dominant, auch die kasacho-sibirisch-mongolische *Artemisia laciniata*.

Es sind meist niedrige Grassteppen aus *Festuca pseudovina*, *Agropyrum cristatum*, *Poa botryoides*, *Koeleria gracilis* bzw. in höheren Lagen *Kobresia bellardi* mit *Polygonum viviparum* oder solche mit starker Dominanz von *Tanacetum sibiricum*. Letzteres ist eine 25 cm hohe Staude (Blütenstände 40 cm) mit schmallinealen Blättfiedern (deshalb heute zur Gattung *Filifolium* gestellt). Auch *Aneurolepidium pseudoagropyrum* ist in diesen Steppen stärker vertreten. Diese *Tanacetum*-Steppen sind bei Nertschinsk (östlich Tschita) verbreitet. Bei der geringen Menge der Horstgräser ist die basale Deckung nur 7–8%, die der Sprosse 60–70%. Der Aspektwechsel ist folgender:

1. 2. Maihälfte – blauer Teppich von *Pulsatilla turczaninovii*,
2. Mitte Juni – weißer Blütenflor von *Stellera chamaejasme*,
3. Im Juli – der farbigste Aspekt durch die gelben *Tanacetum*-Blüten,
4. Im August – viele blaublühende *Scabiosa fischeri*,
5. Im September – alle Erhebungen leuchtend rot durch die absterbenden *Tanacetum*-Blätter gefärbt.

Außer den genannten Arten kommen vor: *Scutellaria baicalensis*, *Pulsatilla ambigua*, *Thalictrum petaloideum*, *Leontopodium conglobatum* u.a. Eine wichtige Art ist auch *Carex pediformis*. Diese Artenkombination ist als Wiesensteppe zu betrachten, während die mit Horstgräsern schon zu den trockeneren gehört. Die Steppen werden beweidet, ihre Produktivität erreicht 7,6 dz/ha.

Die einzelnen Steppeninseln sind nicht einheitlich. Auf dem Wege von Ulan-Ude nach Kjachta (230 km) fällt die Zunahme der Steppenflecken auf; sie liegen im Dreieck zwischen den Flüssen Selenga und Chilka. Das Klima ist relativ warm, die Böden sandig. Neben Steppenwäldern aus Kiefer mit *Scabiosa fischeri* und *Serratula centauroides* sind hier *Poa botryoides*-*Koeleria gracilis*-*Agropyrum cristatum*-Steppen verbreitet, während *Tanacetum sibiricum*-Steppen mehr die höheren Bergrücken mit steinigten Böden einnehmen. Südlicher im Dshida-Tal nehmen die Steppen Halbwüsten-Charakter mit *Stipa gobica* an; höher tritt *Stipa decipiens* und an steinigten Hängen *Artemisia gmelinii* mit *Dracocephalum fruticosum* auf. In der Landschaft fällt die zentralasiatische *Ulmus pumila* auf und namentlich auf Sanden ist *Caragana microphylla* häufig. Zum Teil sind die Sande durch den Ackerbau in Bewegung geraten.

Im Gebiet der Steppen des Barga-Tals herrschen *Stipa capillata*-*Agropyrum cristatum*-*Koeleria gracilis*-*Cleistogenes (Diplachne) squarrosa*-Gesellschaften vor, die an die Steppen in der Mongolei erinnern. Im Tugnuj-Tal sind die Steppen durch starke Beweidung degradiert, an den Berghängen findet man Steppen aus *Festuca lenensis* (*ovina* s.l.) oder mit *Tanacetum sibiricum*.

In anderen Steppengebieten kommen weitere Typen vor, wobei meistens auf den Eu-Klimatopen die Pflanzendecke durch Ackerbau oder Beweidung zerstört, bzw. degradiert ist. Wir

werden ähnliche Steppen in der Mandschurei und Mongolei kennen lernen.

Eine Sonderstellung nehmen in Ostsibirien die extrazonalen, in der borealen Zone liegenden Steppen im Lena-Tal bei Jakuzk ein (vgl. S. 89). Das Vorhandensein verschiedener Endemiten spricht dafür, daß es sich um eine Reliktvegetation handelt.

Unter den Gräsern sind zu nennen: *Stipa capillata*, *S. decipiens*, *Festuca jacutica*, *F. lenensis*, *Koeleria semimunda*, *Helictotrichon krylovii*, sowie *Carex duriuscula*, unter den Kräutern *Artemisia jacutica*, *Eritrichium (Myosotis) pectinatum*, *Goniolimon speciosum*, *Lychnis sibirica*, *Thymus angustifolius*, *Potentilla nivea*, *Androsace septentrionalis* u.a.

Die nächste Unterzone der krautreichen Steppen erstreckt sich nach Osten nur bis zum Ob, greift aber im Süden auf die nördliche Krim über und erreicht die Vorberge im Nordkaukasus. Sie umgeht dann die Kaspische Niederung und dehnt sich nach Süden bis zur Linie Uralsk–Temir (südlich von Akmolinsk)–Turgai–Semipalatinsk aus. Östlich vom Ob sind diese Steppen nur als kleine Flächen ins Waldgebiet eingeschlossen.

Im Transwolgagebiet tritt bereits *Stipa rubens* auf und die Flora bildet den Übergang zu den südsibirischen Steppen. Für diese ist *Stipa rubens* bezeichnend.

Die südliche krautarme Unterzone der Federgrassteppe ist in Sibirien besonders gut im Gebiet von Abakansk und Minussinsk östlich vom Irtysch ausgebildet. Es ist die «4 Grasarten-Steppe» mit *Stipa capillata* v. *coronata*, *Festuca sulcata*, *Cleistogenes (Diplachne) squarrosa* und *Koeleria gracilis*. Diese Steppe mit ihrem braungrünlichen Farbton im Sommer ist sehr eintönig. Die Kräuter fallen kaum auf.

Es sind *Phlomis tuberosa*, *Veronica incana*, *Scabiosa ochroleuca* u.a., nur stellenweise schimmern grau die großen Wermut-Arten (*A. glauca*, *A. campestris*, *A. sacrorum*, *A. frigida*). Auf das Vorkommen solcher Steppen im Transbaikalgebiet mit *Aneurolepidium pseudoagropyrum*, *Cleistogenes squarrosa*, auch *C. serotina*, *Stipa capillata* und *Koeleria gracilis* hatten wir bereits hingewiesen.

Die Produktivität der ursprünglichen Steppe beträgt im Mittel 4–5 (3–8) dz/ha.

Die Unterzone der Wermut-Grassteppen stellt den Übergang zu den Halbwüsten und Wüsten dar. Man findet sie von der Nordkrim bis zu dem Becken von Saisan im östlichen Kasachstan.

Diese Steppen sind an helle Kastanienerden gebunden und oft schwach solonziert. Zu den Gräsern gesellen sich in größerer Zahl *Artemisia*-Arten der Sektion *Seriphidium* hinzu, auch *Kochia prostrata* und *Pyrethrum achilleifolium* sind häufig, doch wird der gesamte Deckungsgrad geringer. Der letztere Umstand bedingt eine stärkere Entwicklung der Bodenschicht mit Moosen, Flechten und Algen und eine Zunahme der Ephemerer insbesondere in den westlichen Teilen mit einer Bodendurchfeuchtung im Frühjahr. Unter den Ephemerer spielt *Poa bulbosa* var. *vivipara* eine besonders große Rolle.

Solche Steppen können auch sekundär durch zu starke Beweidung entstehen, die eine Zunahme der *Artemisia*-Arten und vor allem von *Poa bulbosa* nach sich zieht.

Weiter im Osten gehen sie von den Vorbergen des Altai auf mongolisch-chinesisches Gebiet über. In diesem gesamten Steppen-Gebiet herrschen von den Gräsern *Stipa capillata*, *Festuca sulcata* und *Agropyrum pectiniforme* vor. In Kasachstan spielt *Stipa sareptana* eine dominante Rolle, dazu kommen *Agropyrum sibiricum* und *A. desertorum*; von den Artemisien werden heute eine große Zahl von Arten unterschieden (vgl. Kasachstan S. 243 und 250).

Eine charakteristische Ausbildung zeigen die Steppen an der Grenze zur Mongolei im Tuwa-Becken am oberen Jenissej bei Kysyl in etwa 500 m NN (SOBOLEVSKAJA). 72% der Arten gehören schon zum Zentralasiatischen Geoelement. Die Wermut-Grassteppen findet man auf Kastanienerden. Die mittlere Höhe der Pflanzen ist nur 15–20 cm, die Deckung 50–60%, die der Basalfläche 10–15%. Die Artenzahl beträgt 45.

Wir fügen eine Bestandsaufnahme mit Mengenangaben bei: 3 *Agropyrum cristatum* var. *intricatum*, 2 *Koeleria gracilis*, 2 *Cleistogenes squarrosa*, 3 *Stipa orientalis*, 4 *Artemisia frigida*, 2 *Carex duriuscula*, + *Kochia prostrata*, 1 *Ceratocarpus arenarius*, + *Nanophyton erinaceum*, + *Chenopodium vulvaria*, 1 *Veronica incana*, 1 *Potentilla acaulis*, + *Stellera (Swertia) dichotoma*, + *Festuca pseudovina*, 1 *Caragana pygmaea*, + *Dianthus versicolor*, + *Potentilla bifurca*, 1 *Leonurus lanatus*, 1 *Dracocephalum foetidum*, 1 *Goniolimon speciosum*, + *Alyssum biovulatum*, + *Aster altaicum*, + *Galium verum*, + *Euphorbia rupestris*, + *Oxytropis aciphylla*. Als Frühlingsephemere treten die Geophyten *Pulsatilla campanella* und *Iris flavissima* auf. Wenn der Boden steiniger wird, kommen *Androsace dasyphylla*, *Umbilicus spinosus*, *Dracocephalum foetidum*, *Oxytropis saposhnikovii* und Sträucher (*Caragana bungei*, *Cotoneaster uniflora*, *Berberis hetero-*

poda) hinzu. Die Gattung *Caragana* ist mit 6 Arten vertreten. Sie kommen in gewissen Steppen zerstreut vor und bestimmen dann deren Physiognomie, wobei in den südlichen auch Arten der steinigen Böden wie *Saussurea incisa*, *Bupleurum pusillum*, *Oxytropis aciphylla*, *Stipa glareosa*, *Potentilla astragalifolia* u. a. eine Rolle spielen.

Schon zu den Wüsten der Mongolei leitet die Vegetation der steinigen Böden über mit 40% Deckung und einer Höhe der Pflanzendecke von 7–15 cm, wobei *Nanophyton erinaceum* absolut vorherrscht mit viel *Stipa glareosa* (wenig *S. orientalis*) und *Koeleria* sowie *Cleistogenes*.

Eine Besonderheit sind die Bestände des großen Grases *Lasiagrostis (Stipa) splendens*, als «Tschij» bezeichnet (bis 2 m hoch), um versalzene Wiesenflächen herum, zusammen mit 2 *Aneurolepidium*-Arten sowie *Clematis krylovii*, *Glycyrrhiza uralensis*, *Galium verum*, *Viola costata*, *Hyssopus erectum*, *Lepidium latifolium*, *Statice aphylla*, *Aster tripolium*, *Artemisia schrenkiana* u. a.

II. Steppenvegetation der Mandschurei und Inneren Mongolei

Diese Ebene wird im Westen durch den Großen Hingan, im Norden von dem Kleinen Hingan und im Osten vom mandschurischen Bergland begrenzt; nur nach Süden reicht sie bis ans Meer. Eine niedrige Wasserscheide zwischen dem Sungari und Liao-ho trennt das Gebiet in eine nördliche und südliche Hälfte; die größte Breite ist 500 km.

Die flachhügelige Landschaft besitzt ein kontinentales Klima (vgl. DANGERT, GEIER und HANELT 1960). Die Schneedecke ist gering, das Frühjahr trocken; 60–70% des Jahresniederschlages, der bei 400–600 mm liegt, fallen im Juli–August. Die Winter sind kalt (–13 bis –23°), die Sommer heiß (23–25°), die Jahrestemperatur 3,2–7,1°C (s. Abb. 132, Tsitsikar). Insgesamt ist das Klima semiarid; denn Soda-verbrackung (pH = 9–11) ist in abflußlosen Senken verbreitet. Die Schwarzerdeböden (Tschernoseme) bis zu leicht podsoligen Grauen Waldböden zeigen, daß es sich um ein Waldsteppen-Klima handelt.

In den westlichen Steppen sind dominant: *Stipa baikalensis* (nahe *S. capillata*) oder *Agropyrum cristatum*, dazu kommen viele Kräuter und vereinzelte *Ulmus pumila*.

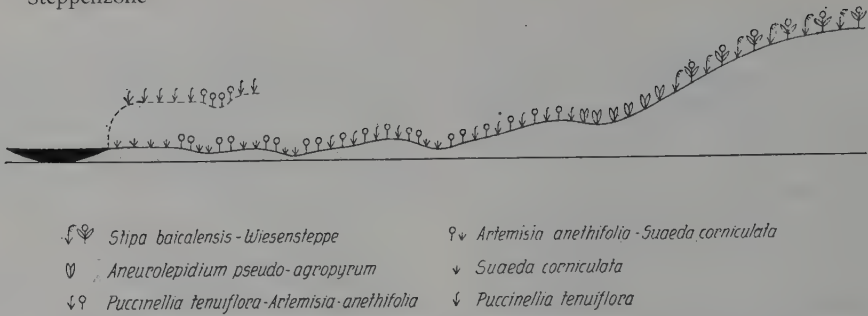


Abb. 157. Schematisches Vegetationsprofil der Uferzone der Salzseen bei Saerhtu (NW-chinesische Ebene), unten bei flachem, darüber bei steilem Uferrand (nach DANERT et al.).



Abb. 158. *Stipa baicalensis*-*Tanacetum sibiricum*-Wiesensteppe zwischen Hailar und Hunghuaerhchi (Foto HANELT); *Stipa* mit nicht fiederigen Grannen in Frucht.

Folgende Aufnahme zwischen Tsitsikar und Charbin auf 100 m² bei einer Deckung von 75 % gibt die floristische Zusammensetzung wieder: 3 *Stipa baicalensis*, sonst alle +; *Lilium tenuifolium*, *Scilla japonica*, *Allium nerinifolium*, *A. condensatum*, *Iris dichotoma*, *Gypsophila dahurica*, *Thalictrum petaloideum*, *Delphinium grandiflorum*, *Glycyrrhiza uralensis*, *Astragalus melilotoides* var. *tenuis*, *Lespedeza davurica*, *Euphorbia pallasii*, *Haplophyllum dauricum*, *Ledebouriella seseloides*, *Bupleurum dahuricum*, *Phlomis mongolica*, *Platycodon grandiflorum*, *Adenophora stenophylla*, *Ligularia mongolica*, *Artemisia scoparia*, *Tanacetum sibiricum*, *Echinops dahurica*, *Senecio argunensis*. Charakteristisch sind: *Hemerocallis minor*, *Anemarrhena asphodeloides* (Lil.), *Clematis hexapetala*, *Sanguisorba officinalis*, *Trigonella ruthenica*, *Scutellaria baicalensis* und *Scorzonera glabra*.

Auf ebenen feinerdereichen Böden herrscht *Aneurolepidium pseudo-agropyrum* absolut vor.

Um sodahaltige Seen macht sich die auf Abb. 157 dargestellte Zonation bemerkbar, wobei mit *Suaeda* auch *Aster tripolium* und *Taraxacum mongolicum* vorkommen. Auf flachgründigen Hügelstandorten wächst *Prunus sibirica*.

Für das Vorland des Kleinen Hingan ist ein Mosaik von Laubwald aus ostasiatischen Arten mit *Calamagrostis*-Wiesen auf wechselfeuchten schwarzen, humusreichen Böden typisch. Dieses Gebiet gehört zur ostasiatischen Florenregion. In der Mandschurei treffen und durchdringen sich folgende Geoelemente: das mandschurische, das nordchinesische, das dahurische, das mongolische und das ostsibirisch-boreale.

a) Das Barga-Gebiet

Die Barga bildet den äußersten NE-Zipfel der mongolischen Hochebene und gehört zur Inne-



Abb. 159. Landschaft bei Hunghuaerhchi in der Ost-Barga (Foto RIETH): Im Vordergrund *Tanacetum sibiricum*-Hügelsteppe, dahinter auf kleinen Dünen und Sandwehen (helle Stellen) *Pinus sylvestris* var. *mongolicum*, auf steinigen Erhebungen wachsen Laubbäume und ganz im Hintergrund am Fluß Imin-Gol Auenwälder.

ren Mongolei; das Gebiet grenzt im Osten an den Großen Hingan, im Norden an den Amur-Quellfluß Argun oder Hailar und stellt eine versandete abflußlose von Dünen durchzogene Ebene in etwa 600–800 m Höhe über dem Meere dar.

Das Klima im Regenschatten des Gebirges ist trocken (257–306 mm im Jahr) mit starken Temperaturschwankungen (Januar -26 bis -28° , Juli 21° , Jahr um -2°C) und schneearmen Wintern von Mitte September bis Ende Mai sowie trockenem Frühjahr.

Die zonale Vegetation ist die *Stipa baicalensis*-Steppe mit *Tanacetum sibiricum* und vielen Kräutern (Abb. 158). Ein Frühlingsaspekt fehlt. *Stipa* dominiert, auf weniger tiefgründigen Böden auch *Tanacetum*, auf flachgründigen *Agropyrum cristatum*; von Holzpflanzen tritt die 0,5 m hohe *Rosa davurica* auf.

Weitere Arten sind: *Spodiopogon* (*Erianthus*) *sibiricus*, *Arundinella* *hirta*, *Allium* *senescens*, *Hemerocallis* *minor*, *Lilium* *tenuifolium*, *Iris* *ventricosa*, *Spiranthes* *amoena*, *Polygonum* *divaricatum* (Steppenläufer), *Dianthus* *versicolor*, *Silene* *jenissensis*, *Delphinium* *grandiflorum*, *Thalictrum* *petaloideum*, *Clematis* *hexapetala*, *Paeonia* *albiflora*, *P.* *obovata*, *Potentilla* *tanacetifolia*, *Oxytropis* *myriophylla*, *Astragalus* *adsurgens*, *A.* *melilotoides*, *Lespedeza* *davurica*, *Vicia* *amoena*, *V.* *unijuga*, *Dictamnus* *albus*, *Hypericum* *attenuatum*, *Stellera* *chamaejasme*, *Bupleurum* *scorzonerifolium*, *Swertia* *chinensis*, *Gentiana* *barbata*, *G.* *macrophylla*, *Scutellaria*

baicalensis, *Dracocephalum* *argunense*, *Schizonepeta* *multifida*, *Pedicularis* *striata*, *Scabiosa* *comosa*, *Adenophora* sp., *Inula* *salicina*, *Aster* *dahuricus*, *Artemisia* *desertorum*, *A.* *selengensis*, *Saussurea* *serrata*.

Es ist erstaunlich, daß die Gattungen meist dieselben sind wie in den europäischen Steppen. Die Böden sind Tschernoseme mit einem 40 cm mächtigen Humushorizont.

Auf steinigen Kuppen wachsen Bäume und Sträucher: *Populus davidiana* (aff. *P. tremula*), *Securinega* *suffruticosa* (Euph.), *Ulmus* *pumila*, *Spiraea* sp. und die Wildaprikose *Armeniaca sibirica* (Abb. 159).

Die Dünen tragen Kiefernwald (*Pinus sylvestris* var. *mongolica*, Abb. 160). Auch das ist eine für alle Steppengebiete typische Erscheinung, die durch die Besonderheit der Wurzelsysteme bei Holzpflanzen und Gräsern sowie die Wasserführung der Sandböden zustandekommt. Man darf jedoch nicht von einer Waldsteppe sprechen.

An günstigen Stellen kann lokal im Kiefernwald eine Strauchschicht auftreten (*Padus racemosa*, *Ribes diacantha*, *Malus pallasiana*, *Rosa davurica*, *Cotoneaster melanocarpa*, *Crataegus sanguinea*), auch Kräuter (*Calamagrostis epigeios*, *Polygonatum humile*, *Convallaria majalis*, *Orostachys* spp. (Crass.), *Vaccinium vitis-idaea*, *Epipogium aphyllum*); doch fehlt der Unterwuchs meist ganz, ein Zeichen, daß alles Wasser von den Baumwurzeln aufgenommen wird.



Abb. 160. Kiefernwald (*Pinus sylvestris* var. *mongolicum*) auf einer Düne bei Hailar in der Ost-Barga (Foto DANERT). Am Dünengrund Sträucher von *Salix flavida*.

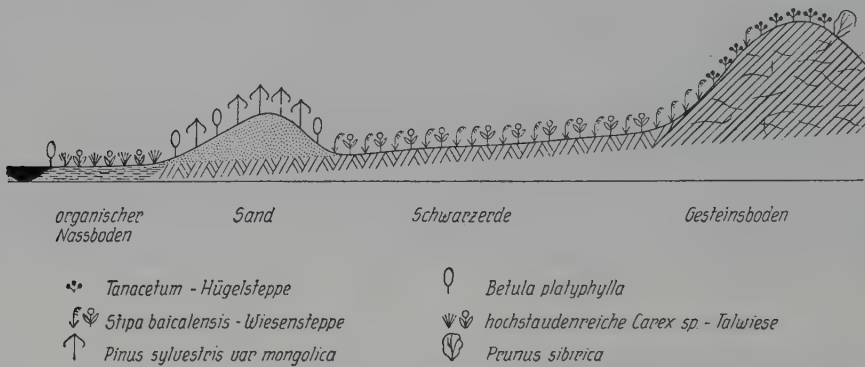


Abb. 161. Schematisches Profil der Vegetation im Dünengebiet südlich Hunghuaerhchi (Ostbarga); die Verarmung der Wiesenscheppe an den Berghängen ist angedeutet (nach DANERT et al.).

Die Besiedlung des beweglichen Sandes erfolgt durch folgende Arten:

1. Stadium: *Agriophyllum arenarium*, *Corispermum*, *Salsola collina*, *Oxytropis oxyphylla*,
2. Stadium: *Artemisia halodendron* (halbstrau-
chig), *Salix flavida*, *S. microstacha*;
darunter kommt die Kiefer hoch.

Aus Abb. 161 ist die Vegetationsverteilung in der Ostbarga zu ersehen.

Nach Westen wird das Klima immer trockener, so daß die Sanddünen nicht mehr mit Kiefern bewachsen sind, vielmehr herrscht die arten-

ärmere *Stipa capillata*-*Cleistogenes squarrosa*-Steppe vor. Die Böden sind Kastanienerden. Zu nennen wären auch *Lasiagrostis splendens*, *Kochia prostrata*, *Thermopsis lanceolata* (Leg.) u.a.; auf Hängen und Rücken kommt es nur noch zur Ausbildung einer Kurzgras-Steppe aus *Koeleria gracilis* mit *Cleistogenes squarrosa*.

Im Zentrum des Gebietes befindet sich eine weite Senke (600 m NN) mit dem großen See Dalai-Nor, der erst in rezent Zeit abflußlos geworden ist und deshalb noch süßes Wasser hat.

Die zonale Vegetation besteht aus einer *Stipa capillata*-*Artemisia frigida*-Steppe mit *Agropyrum cristatum*, *Carex stenophylla* s.l., *Artemisia* spp., *Aster*

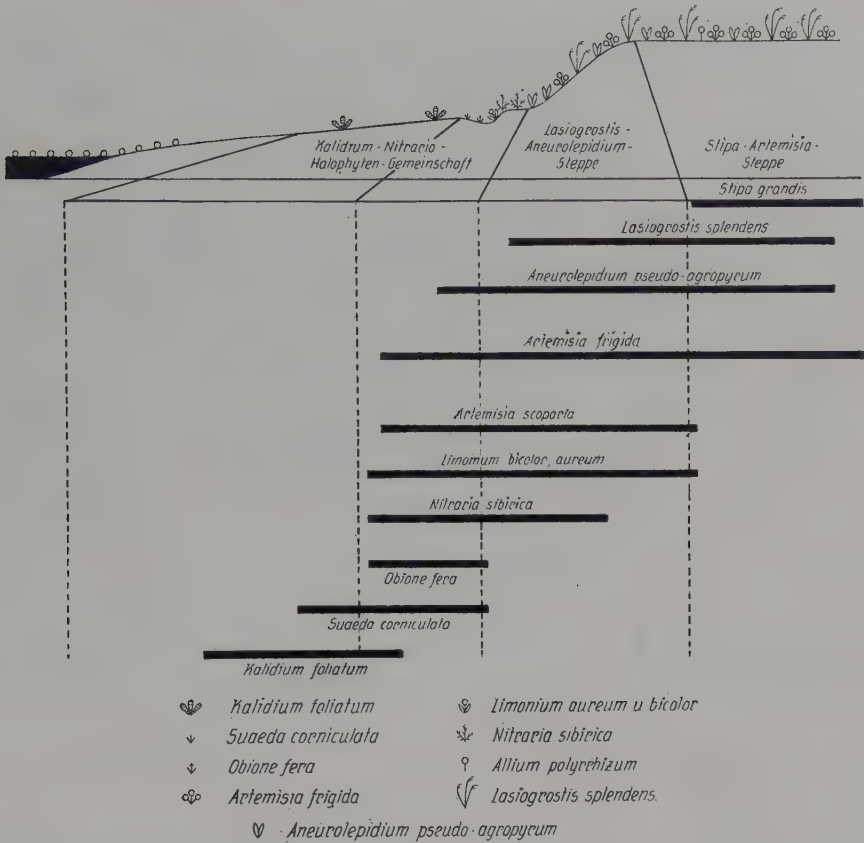


Abb. 162. Profil der Ufervegetation der Salzseen in der Dalai(Talai)-Nor-Senke, verbunden mit einer Schematischen Darstellung der Vergesellschaftung einiger Pflanzenarten (nach DANERT et al.).

altaicus, *Allium odorum*, *Potentilla strigosa*, *Oxytropis oxyphylla* s.l., *Convolvulus anmanii* und oft *Caragana microphylla*. Die Böden sind schon helle Kastanien-erden.

Um kleine Salzseen breitet sich eine Halo-phyten-Vegetation auf Chlorid-Solontschak-Böden aus mit typischer Zonation (Abb. 162). Die *Kalidium-Nitraria*-Assoziation tritt hier isoliert von ihrem Hauptverbreitungsgebiet in den Halbwüsten auf.

Floristisch spielen nach LAVRENKO (1970) fern-östliche (einschl. mandschurische), dahuro-mongolische, sibirische, zentralasiatische, kasachomongolische und holarktisch-paläarktische Geoelemente eine Rolle. Auf Abb. 163–164 sind die Areale einiger Arten abgebildet.

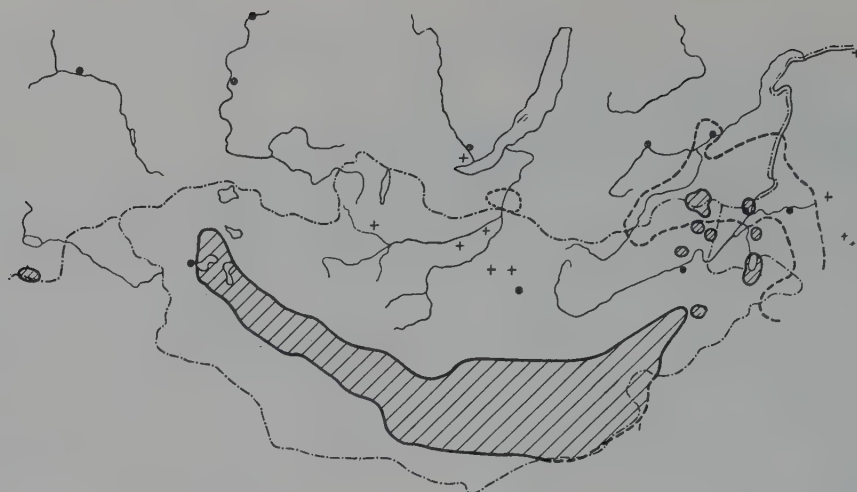
b) Das chinesische Lößgebiet

Von der Barga aus dehnen sich die Steppen über die östliche Mongolei weit nach Süden in

die Provinzen Schansi, Schensi und den östlichen Teil von Kansu aus, die das größte Lößgebiet der Erde umfassen (KABANOV 1962). Dieses Lößgebiet wird im Süden durch die Berge des Tsinling-Schans mit mittleren Höhen von 2000–3000 m NN (höchster Gipfel 4113 m) begrenzt, die zugleich das gemäßigte Nordchina von dem subtropisch-tropischen Südchina trennen. Im Osten reicht der Löß bis zum Taihanschan (1100–2200 m NN), einem Gebirge, das steil gegen die ostchinesische Küstenebene abfällt. Nach Westen läßt sich die Lößablagerung bis zu den 2000–3000 m hohen Ausläufern des Nanschans und Kuenlun-Gebirges verfolgen.

Das Gebiet liegt somit etwa zwischen 34–40½° N und 103–115½° E. Es erstreckt sich von W nach E über 1000–1200 km und von N nach S über 400–500 km, wobei die Gesamtfläche rund 430000 km² ausmacht (Abb. 165).

Im Norden und Nordwesten sind keine grö-





 *Allium polyrhizum* Turcz.
 *Tanacetum sibiricum* L. (z. T. nach Junatou 1954)

Abb. 163. Areal von *Allium polyrhizum* (südmongolisches Geoelement) und von *Tanacetum sibiricum* (dahu-risches Geoelement, östliches Teilareal weggelassen). Nach DANERT et al.



Aneurolepidium pseudo-agropyrum [Trinius] Neuski
 (nach Junatou, 1954, ergänzt)

Abb. 164a: Verbreitungsgebiet von *Aneurolepidium pseudo-agropyrum* westlich des Gr. Hingan (nordmon-golisch-dahurisches Geoelement). Nach DANERT et al.

berenen Gebirge vorhanden und aus dieser Richtung wurde der zur Lößbildung führende Staub aus der Mongolei, der Ordos- und Alaschan-Wüste (vgl. Teil VI) von den östlichen antizyklonalen Luftströmungen hereingeweht, ähnlich wie die westlichen antizyklonalen Strömungen den Staub von der Takla-Makan-Wüste in Kaschgarien als Löß abgelagerten (vgl. Abb. 241).

Die Lößbildung begann im chinesischen Gebiet bereits im Pliozän (Pl_1 unterer roter Lehm, Pl_2 rosafarbiger Lehm) und setzte sich im Pleistozän fort (Q_1 , Q_2 mit fossilem Boden, Q_3), z. T. bis ins Holozän (Q_4) nach einer vorläufigen Gliederung von KES (1959). Die Mächtigkeit der Ablagerung wechselt, kann jedoch 300 m überschreiten. Das gesamte Lößgebiet wird vom mittleren Huang-Ho mit seinen Nebenflüssen entwässert, von denen die beiden größten, der Wei-Ho und Fen-Ho in tiefen Grabenbrüchen fließen (Abb. 165). Die Erosionsbasis liegt tief; die bereits anscheinliche natürliche Bodenerosion erfuhr jedoch durch den mehrere Jahrtausende alten Ackerbau in dem sehr dicht besiedelten Gebiet eine enorme Beschleunigung. Obgleich

die steilen Lößhänge terrassiert sind, ist doch das ganze Gebiet durch bis zu 500 m tiefe Erosionsgräben zerschluchtet.

Gefördert wird die Erosion durch die schnee-armen Winter und das trockene Frühjahr, wodurch die lockere Ackerkrume fortgeweht wird. Darauf folgen die durch ostasiatische Zyklonen bedingten Sommerregen, die meist als starke Regengüsse fallen und tiefe Erosionsfurchen aufreißen; es wurde beobachtet, daß ein Lößgraben sich in 40 Jahren um 22 m vertiefte und sich um 200 m hangaufwärts ausdehnte. Schließlich spielt auch die Gravitationserosion eine Rolle, indem ganze Steilhänge beim Aufweichen bestimmter Schichten infolge von Wassereinstau abrutschen.

Das gesamte Lößgebiet läßt sich in drei Teile gliedern: 1. den östlichen (bis auf den Fen-Ho-Graben hohen gebirgigen Teil) zwischen Taihanschan, Utaishan und Lüljanshan (E auf Abb. 165), 2. den zentralen Teil westlich davon bis zum Lüpanschan (Z) und 3. den westlichen Teil (W) über den Huang-Ho hinaus bis zum Nanschan. Klimatisch sind diese Teile verschieden;



Lasiagrostis splendens (Trin.) Kunth

Abb. 164b: Areal des zentralasiatischen Geoelements *Lasiagrostis splendens* (nach DANERT et al.).

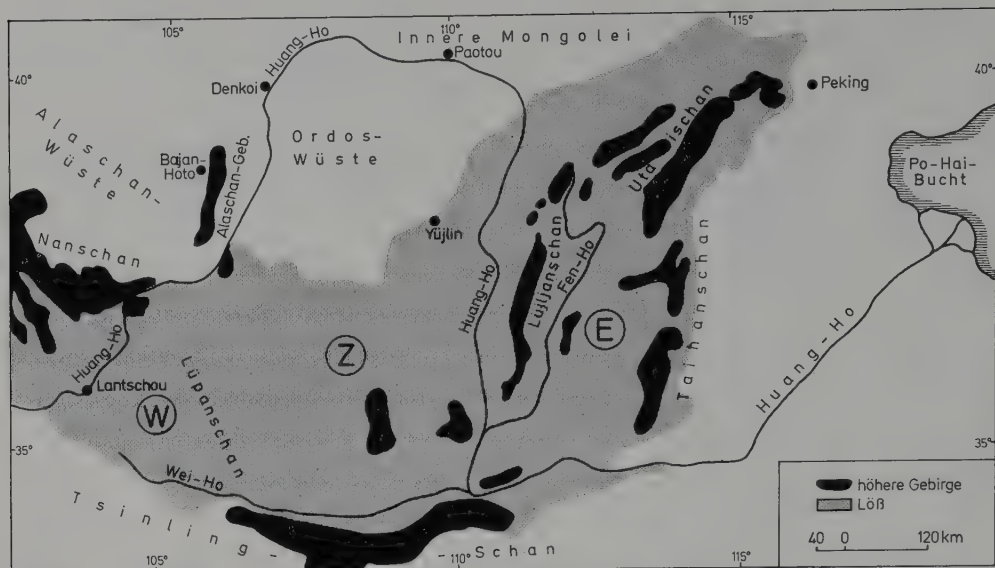


Abb. 165. Kartenskizze des ostchinesischen Löß-Plateaus (nach KABANOV, verändert). W = westlicher, Z = zentraler und E = östlicher Teil des Lößgebiets.

das Klima wird von Osten nach Westen immer arider. Die potentielle Verdunstung ist stets höher als die Jahresniederschläge. Diese liegen im östlichen Teil noch über 500 mm (im Tsinling 900 mm), im zentralen Teil unter 400 mm und im westlichen z.T. unter 250 mm.

Die mittlere Jahrestemperatur beträgt je nach Höhenlage 8–14°C und nimmt nach Norden und Westen ab. Das Januarmittel ist im Norden um –12°, im Süden im Wei-Ho-Graben um –1°C.

Dem Klima entsprechend ist auch die Vegetation verschieden: Der östliche Teil muß zum Waldgebiet mit ostasiatischen Arten (*Quercus liaungensis*, *Picea neoveitchii*, *Pinus bungeana*, *P. tabulaeformis*, *Biota orientalis*, *Acer* spp., *Populus* spp. u.a.) gerechnet werden. Westwärts im zentralen Teil folgt eine schmale Waldsteppenzone und dann eine trockene Steppenzone, die im westlichen Teil schon in eine Halbwüstenzone übergeht.

Aber man muß berücksichtigen, daß durch die intensive Landwirtschaft im Laufe der Jahrtausende zusammen mit der starken Beweidung die natürliche Vegetation völlig zerstört wurde; auch die Bodenprofile sind durch die Boden-

erosion abgetragen oder verändert, so daß eine Rekonstruktion der natürlichen Verhältnisse auf die größten Schwierigkeiten stößt.

Von den Baumarten der Waldsteppe hat wohl *Pinus tabulaeformis* die Hauptrolle gespielt, daneben auch *Quercus* und *Biota*, von Sträuchern *Spiraea*, *Caragana*, *Lespedeza*, *Sophora*, *Ostryopsis* u.a., von Steppenarten *Stipa bungeana*, *Andropogon ischaemum*, *Arundinella anomala*, *Spondiopogon sibiricus* und dazu viele Kräuter der Wiesensteppe.

Für die nördlichen Steppen wird eine *Stipa capillata*-*Artemisia frigida*-Gesellschaft mit viel *Aneurolepidium* genannt (WANG CHI-WU 1961).

Die Lößebene am oberen Huang-Ho in 1600–1800 m Höhe wurde gleichfalls umgebrochen und ist infolgedessen durch eine starke Bodenerosion in tiefe Schluchten zerschnitten. Auch hier sind die Winter noch kalt (mittleres Minimum –13,5°C). Von den früheren Steppen oder Halbwüsten sind nur kleine Flächen erhalten mit *Stipa* spp., *Cleistogenes* spp. und *Tanacetum* spp., bzw. *Artemisia pectinata*, *Salsola* sp., *Zygophyllum mucronatum* u.a. Die Deckung überschreitet 15% selten, die Böden sind humusarm und von grauer Färbung (LAVRENKO 1959).

Teil VI

Halbwüsten und Wüsten

I. Kurzer Überblick über die Halbwüsten- und Wüsten-Zonen Mittelasiens

In der russischen Literatur wird zwischen den Wüsten und Halbwüsten Mittelasiens und solchen Zentralasiens unterschieden. Die ersteren nehmen den Aralo-Kaspischen Raum ein

(Abb. 166), die letzteren liegen vom Altai und Pamir ostwärts und nördlich vom Himalaja (Abb. 241). Diese Wüsten entsprechen den südlichsten Vegetationszonen im Großraum VII, sie unterscheiden sich jedoch von den subtropischen Wüsten durch die tiefen Wintertemperaturen, d.h. durch eine kalte Jahreszeit. Die Jahresniederschläge liegen unter 200 mm, die Sommertemperaturen erreichen 40° C, die po-

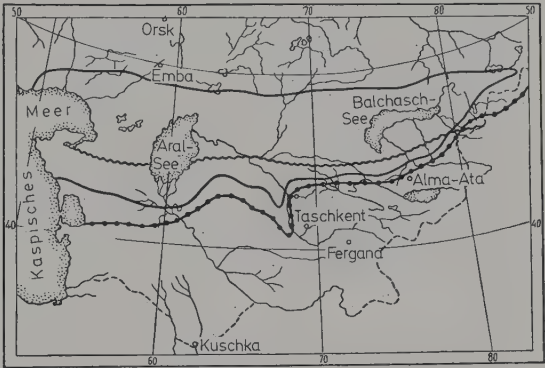


Abb. 166. Mittelasien mit den Verbreitungsgrenzen einiger Leitarten (nach KOROVIN, aus ALECHIN): — Arealgrenze von *Artemisia terrae-albae*, Südgrenze von *Anabasis salsa*, ~~~~~ Südgrenze von *Atriplex cana*.

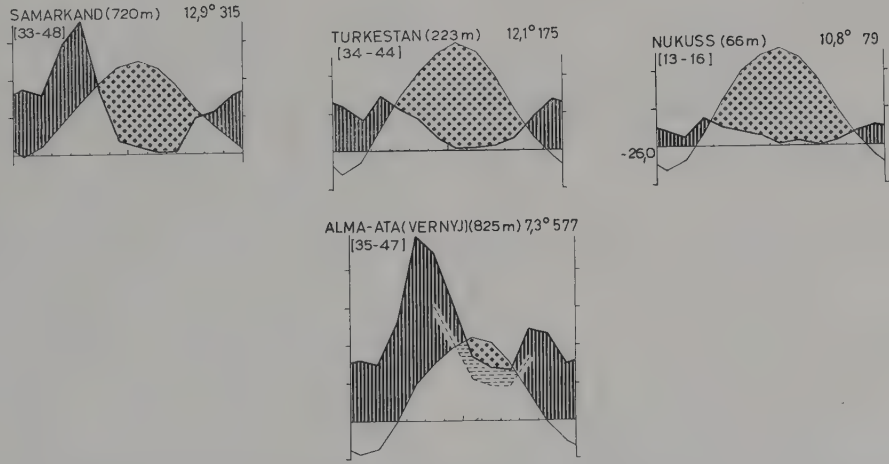


Abb. 167. Klimadiagramme von mittelasiatischen Stationen (vgl. Abb. 17). Alma-Ata im Gebirge hat mehr Regen.

tentielle Verdunstung beträgt 900–1500 mm, oft das 10fache der Niederschläge. Die Böden sind Seroseme, die Versalzung ist sehr verbreitet. Im Gegensatz zu den Steppen spielen die Gräser eine geringe Rolle; es herrschen Halbsträucher, Zwergsträucher und richtige Sträucher, also Holzpflanzen mit xeromorphem Bau vor. Echte Sukkulenten, die keine Halophyten sind, fehlen diesen winterkalten Wüsten ganz.

Wir wollen zunächst den mittelasiatischen Raum besprechen und kommen erst später auf den zentralasiatischen zurück. Ein wesentlicher Unterschied zwischen beiden ist die Verteilung der Niederschläge im Laufe eines Jahres: Während Zentralasien nur Sommerregen erhält, fallen die Niederschläge in Mittelasien im Winter und im Frühjahr (Abb. 167, s. auch Abb. 17, Taschkent), was das Auftreten von Frühlings-ephemeren begünstigt, so daß diese in der Vegetationsabfolge eine große Rolle spielen. Unter den ausdauernden Arten dominieren die halophilen Chenopodiaceen.

Man unterscheidet in Mittelasien folgende Vegetationszonen:

- I die Unterzone der eigentlichen Halbwüsten von der unteren Wolga bis zum Altai,
- II die Unterzone der nördlichen Wüste, die Halbinseln am Kaspischen Ostufer und die nördliche Aralo-Kaspische Niederung umfassend,
- III die Unterzone der eigentlichen transkaspischen, turanischen Wüsten, die sich südlich von der Unterzone II erstrecken, und
- IV die Unterzone der reinen Ephemer-Wüste, die sich durch das Zurücktreten der ausdauernden Arten auszeichnet und die Randgebiete gegen den Iran und bis nach Afghanistan hinein einnimmt.

Die Gebirgswüsten werden im Zusammenhang mit den einzelnen Gebirgen gesondert behandelt.

a) Die Halbwüsten

Die Halbwüsten Euroasiens im Sinne von B. KELLER (1925/26) stellen eine Übergangszone von den Steppen zu den Wüsten dar und zeichnen sich meist durch Mosaikkomplexe der Vegetation und der Böden aus, wobei es sich um ein Kleinmosaik handelt, das durch 3 verschiedene

Vegetationseinheiten bedingt wird: 1. durch eine *Festuca-Pyrethrum*-Gesellschaft, die sich auf Eu-Klimatopen mit hellen lehmigen Böden entwickelt, 2. durch eine *Artemisia pauciflora*-Gesellschaft auf leicht solonzierten und relativ trockenen Böden und 3. durch eine Grassteppen-Gesellschaft als extrazonale Vegetation auf dunklen Böden in besser befeuchteten und nicht verbrackten Senken.

Diese Halbwüste zieht sich als relativ schmaler Streifen vom unteren Wolgaknie über den Oberlauf der Emba nördlich vom Balchasch-See zum Saissan-See hin und setzt sich in Zentralasien fort (Abb. 9 und 10). Die unter 1. genannte Gesellschaft ist als eigentliche zonale Vegetation die typischste. Die zwei wichtigsten Arten sind *Festuca sulcata* und *Pyrethrum achilleifolium*, zu denen sich *Artemisia incana* (*leerchana*) und *Kochia prostrata* sowie die Gräser *Koeleria gracilis*, *Stipa capillata*, *S. lessingiana* und *Agropyrum cristatum* gesellen. Dazu kommen *Linosyris villosa*, *Statice sareptana*, einige *Allium*-Arten und im Frühjahr *Tulipa bieberesteinii*, ev. auch *T. biflora*.

Eine große Rolle spielen die annuellen Ephemer-Wüsten (Abb. 171), sowohl die Frühlingsannuellen (*Alyssum desertorum*, *Ceratocephalus orthoceras*, *Lepidium perfoliatum*, *Poa bulbosa-vivipara*), die z.T. schon im Winter keimen, als auch die Sommerannuellen (*Ceratocarpus arenarius*, *Bassia sedoides*, *Polygonum bellardi*, *Salsola tamariscina*), die erst im Frühjahr keimen und sich langsamer entwickeln. Die Bodenschicht mit Moosen, Flechten und Algen fällt im Frühjahr nach Regen besonders auf, während sie im trockenen Sommer leicht übersehen werden kann (KELLER 1925/26, 1927, 1930 in deutscher Sprache).

Die sehr zahlreichen Geophyten unter den Ephemer-Wüsten werden in der russischen Literatur als Ephemeroiden bezeichnet (Abb. 172).

Gegenüber der Steppe unterscheidet sich diese Gesellschaft durch geringere Deckung der Krautschicht, die Reduktion der oberirdischen Pflanzenmasse, das Zurücktreten der großen *Stipa*-Arten im Vergleich zur *Festuca*, das Vorhandensein von xeromorphen Halbsträuchern, die große Menge der Ephemer-Wüsten und die starke Entwicklung der niederen Pflanzen in der Bodenschicht.

Die zweite Gesellschaft mit *Artemisia pauciflora* und *Camphorosma monspeliacum* ist eigentlich eine extrazonale Wüstenvegetation auf einem Krusten-Säulensolonezboden. Von ande-

ren Arten sind zu nennen *Kochia prostrata*, *Agropyrum triticinum*, *Linosyris tatarica*, *Tulipa biflora* und die Frühlingsannuellen *Lepidium perfoliatum*, *Colpodium humile* und *Alyssum desertorum*, sowie in der Bodenschicht ebenfalls Moose, Flechten und Algen.

Die dritte Gesellschaft ist eine extrazonale Steppenvegetation; die Krautschicht ist dichter und besteht aus *Stipa capillata*, *S. lessingiana* und *Festuca sulcata*, sowie den Steppenarten *Galium verum*, *Phlomis pungens*, *Statice latifolia*, *Artemisia austriaca*, *Linum perenne*, *Salvia nemorosa*, *Verbascum phoeniceum*. Meist kann man bei dieser Gesellschaft eine gewisse ökologische Reihe (Catena) beobachten von den trockeneren oberen Rändern der Vertiefung mit *Stipa lessingiana* zu den feuchteren unteren Teilen mit mehr Feuchtigkeit verlangenden Arten.

b) Die Wüsten

Südlich von der oben beschriebenen Halbwüste lassen sich in Mittelasien zwei Zonen unterscheiden: einerseits die nördliche Wüste (bei KOROVIN als südliche Halbwüste bezeichnet), und andererseits die südliche Wüste (nach KOROVIN die eigentliche Wüste).

Zur nördlichen Wüste gehören verschiedene Ausbildungsformen und zwar die Wermut-halbwüste auf lehmigen Böden, der Wermut-Solontschak-Komplex, die reinen Solontschak-Komplexe und die Sandkomplexe.

Die zonale Vegetation ist auf den lehmigen Böden in ebener Lage ausgebildet; die Sandböden weisen günstigere Wasserverhältnisse in ariden Gebieten auf und die Vegetation der Salzböden trägt stark azonale Züge.

Diese nördliche Wüste (oder südliche Halbwüste) fällt mit den Arealgrenzen von *Artemisia terrae-albae* zusammen (Abb. 166), ihre Südgrenze liegt etwa in der Mitte zwischen der Südgrenze von *Anabasis salsa* und der von *Atriplex cana*. Wenn man die genannten Zonen mit den Wüsten der anderen Kontinente vergleicht, so scheint uns die Bezeichnung von KOROVIN die zweckmäßigere zu sein, vor allem im Vergleich zu der Vegetation im Great Basin Nordamerikas. Doch wird von vielen russischen Autoren die Bezeichnung nördliche Wüste bevorzugt, weil in dieser Unterzone die von B. KELLER hervorgehobene Mikromosaikstruktur mit kleinen Steppenflecken fehlt.

In der nördlichen Wüste herrscht auf lehmigen

Böden *Artemisia terrae-albae* absolut vor. Man kann jedoch je nach den Böden und der geographischen Lage folgende Untergliederung durchführen: a) *Artemisia* mit *Anabasis salsa*, b) *Artemisia* mit *Atriplex cana*, c) *Artemisia* mit *Anabasis aphylla* und d) *Artemisia* mit *Haloxylon* oder einer Takyr-Vegetation. Die *Artemisia-Anabasis salsa*-Gesellschaft kommt vor allem am Nordrand des Ustjurt-Plateaus vor und zeigt auch eine Mosaikstruktur, indem *Anabasis* auf verdichteten Böden wächst; in den feuchteren Vertiefungen tritt extrazonal die in der Halbwüste zonale *Festuca-Pyrethrum*-Assoziation auf.

Die *Artemisia-Atriplex cana*-Assoziation ist auf schwach solonzierten Ebenen anzutreffen, wobei *Atriplex* mehr auf die etwas tieferen und wohl stärker verbrackten Teile beschränkt bleibt.

Die *Artemisia-Anabasis aphylla*-Assoziation bevorzugt lehmig-sandige Böden nordwestlich vom Aralsee, am Unterlauf der Emba, am Tschu und in der Balchasch-Niederung. Es handelt sich um einen vierteiligen Komplex aus *Artemisia*, *Anabasis salsa*, Takyren und *Anabasis aphylla*. Die letztere, ein 40 cm hoher dunkelgrüner Halbstrauch, ist besonders typisch.

Die *Artemisia-Haloxylon aphyllum*-Assoziation bedeckt die Terrassen des Flusses Syr-Darja, am unteren Amu-Darja und am Ili-Fluß. Es handelt sich um sich abwechselnde Flächen mit *Artemisia*, mit *Haloxylon*, mit *Salsola*-Arten und oft km²-großen ganz vegetationslosen Takyr-Flächen, die im Frühjahr überschwemmt werden, im Sommer austrocknen, in Polygone aufbrechen und stark verbrackt sind. *Haloxylon aphyllum*, der «Schwarze Saksaul» (sprich Saksaul), wird 11,5 m hoch und bildet kleine Wäldchen, z. B. am Ili mit 300 Bäumen über 2 m Höhe pro Hektar und vielen kleineren Exemplaren dazwischen; im Unterwuchs findet man nur noch *Artemisia*- und einige *Salsola*-Pflanzen. Die etwa 25 cm hohen und 20 cm breiten *Artemisia terrae-albae*-Halbsträucher bilden fast reine Bestände mit höchstens wenigen *Salsola rigida* und *Anabasis salsa*. Diese Unterzone dürfte weitgehend der *Artemisia tridentata*-Halbwüste von Nordamerika im Gebiet des Großen Salzsees entsprechen, wo auch in der Übergangszone Komplexe mit *Atriplex confertifolia* und anderen halophilen Arten vorkommen.

Bei der südlichen Wüste unterscheidet man folgende Typen: 1. Die Stein- oder Gipswüste, 2. die Salzwüste, 3. die Sandwüste und 4. die Löß- oder Lehmwüste mit Ephemerem.



Abb. 168–172. Typische Arten der Mittelasiatischen Wüsten, alle $\frac{1}{2}$ nat. Gr. (aus KOROVIN).

Abb. 168. Gipsophile Steinwüstenarten. Von links: *Raphidophyton regeli* (Chenop.), *Otostegia olgae* (Lab.), *Acanthophyllum pungens* (Caryoph.), *Hololachna soongorica* (Tamaric.), *Zygophyllum eurypterum*, *Gaillonia bruguieri* (Rub.).

1) Stein (Gips)- Wüsten

Bei diesen hat man nördliche und südliche Wüstentypen. Der Steingehalt der Böden schwankt, ebenso der Gipsgehalt, der 50% erreichen kann.

Die wichtigsten Arten sind *Artemisia* sowie *Salsola arbuscula* und *S. laricifolia*. Diese Wüsten sind auf dem Ustjurt- und Betpak-Dala-Plateau (vgl. Abb. 174, 25 und 27) verbreitet. Solonez-Böden sind häufig, in leichten Vertiefungen auch

Solontschak, wodurch Mosaik-Komplexe entstehen. Auf leicht erhöhten Stellen wächst *Artemisia*, in tieferen mit Solonezboden *Anabasis salsa* mit dem niedrigen Halbstrauch *Nanophytum erinaceum*; die *Salsola*-Arten nehmen eine mittlere Stellung ein. Beträchtliche Flächen sind vegetationslos. Folgende Komplexe werden von PAVLOV angegeben: 1. *Artemisia* + *Atriplex cana* (Grundeinheit), 2. *Artemisia* + *Anabasis salsa*, 3. *Artemisia* + *Salsola* (Solonezböden), 4. *Atriplex cana* + *Anabasis salsa* (Solontschak), 5. *Stipa*



Abb. 169. Arten der Salzwüste (Halophyten). Von links: *Halopeplis pygmaea* (Chenop.), *Cressa cretica* (Convolv.), *Seidlitzia rosmarinus* (Chenop.), *Gamanthus ovinus* (Chenop.), *Halocnemum strobilaceum* (Chenop.).

lessingiana + *Festuca sulcata* (feuchte Senken), 6. kleine Erosionstälchen mit Sträuchern (*Spiraea hypericifolia* + *Lonicera tatarica* + *Atraphaxis frutescens*), 7. an Hängen *Stipa sareptana* + *Festuca sulcata*, 8. im Bett der Tälchen *Lasiagrostis splendens* mit Wiesenpflanzen, 9. an Felsenhängen einige Felsspaltenarten. Diese Komplexe treten nahe an der Nordgrenze der Wüsten auf und sind durch das extrazonale Auftreten von *Stipa lessingiana* und *Festuca sulcata* in feuchten Senken gekennzeichnet.

Die Artemisien sind durch mehrere Arten vertreten: Außer *A. terrae-albae* auf dem Bedpak-

Dala-Plateau auch *A. turanica* und *A. maikara*, während auf dem südlichen Ustjurt-Plateau *A. herba-alba* immer mehr hervortritt.

Die südlichen Steinwüsten sind auf kleinen Flächen im Gebiet der Sandwüsten Kara-Kum und Kysyl-Kum auf den Resten des Tertiär-Plateaus, z.T. auch sonst im Gebiet zerstreut verbreitet.

Diese etwa 80000 km² einnehmenden *Artemisia-Salsola*-Wüsten haben eine sehr kümmerliche Pflanzendecke; es herrscht der Steinboden vor und streckenweise fehlen die Pflanzen ganz. Die Vegetation ist noch nicht genauer untersucht

worden, weist jedoch einen Frühjahrs-Ephemeren-Aspekt auf. Die den Sommer durchhaltenen Arten sind dornig (*Zygophyllum*, *Atraphaxis*, *Gaillonia*, *Noaea spinosissima* u.a.) oder sind Labiaten, Rutaceen, Umbelliferen u.a. mit ätherischen Ölen, bzw. Halophyten entweder sukkukente (*Zygophyllum*, *Matthiola*, *Gypsophila*) oder solche mit Salzdrüsen (*Statice*, *Reaumuria*, *Tamarix*, *Frankenia*). Einige von diesen Arten sind auf Abb. 168 dargestellt.

Im einzelnen wechselt die floristische Zusammensetzung stark. Merkwürdigerweise wachsen hier *Artemisia*- und *Salsola*-Arten zusammen und sind nicht auf verschiedene Komplexe verteilt.

2) Salzwüsten (Solontschak)

Diese Wüsten (einschließlich die Takyre) nehmen in Mittelasien 116 390 km² ein, wobei auf die nördlichen 68 240 km² entfallen und auf die südlichen 48 150 km². Sie sind an die Flußterrassen der Syrdarja, Amudarja und im Süden des Murgab und Pedschen u.a. gebunden oder aber an die Niederungen, die nach Regen überschwemmt werden (Takyre). Im allgemeinen erstrecken sich die Solontschakböden nicht über große Flächen, sondern kommen mehr eingestreut vor.

Das wichtigste Salz ist Natriumchlorid (NaCl), doch kommen auch Soda und Sulfate vor. Neben der Versalzung ist der zweite wichtige Faktor die große Feuchtigkeit der Böden, die in den Senken durch hoch anstehendes Grundwasser zustande kommt. Für die Pflanzen ist somit weniger der Wasserhaushalt als der Salzhaushalt von Bedeutung (vgl. WALTER 1968, S. 781 ff. und 909 ff.). Es handelt sich um Hygro-Halophyten, die das ganze Jahr hindurch einen frischen saftigen Eindruck machen. Die Farben ändern sich vom Hell- und Dunkelgrün der jungen Triebe bis zu einem Gelbgrün der älteren und einem oft leuchtenden Rot im Herbst, wenn die Salzkonzentration der Bodenlösung und damit die des Zellsaftes der Pflanzen ansteigt. Besonders stark vertreten sind die Chenopodiaceen: *Halocnemum strobilaceum*, *Halostachys caspica*, *Salicornia herbacea*, *Seidlitzia rosmarinus*, *Haloxylon aphyllum*, viele *Salsola*-, *Suaeda*-, *Anabasis*-Arten u.a. Dazu kommen Plumbaginaceen, Tamaricaceen, Caryophyllaceen, Boraginaceen u.a. (Abb. 169).

Das mehrjährige Gras *Aeluropus litoralis* salzt ab, ebenso wie *Cressa*, *Reaumuria* u.a., *Salsola*

crassa sowie *Suaeda*- und *Halimocnemis*-Arten sind einjährig, dagegen *Haloxylon*, *Kalidium* und *Halostachys* Bäume oder Sträucher.

Die Gesellschaften kann man in 3 Typen einteilen: die Takyre, die Schore und die Saksaul-Bestände. Die tonigen, nur zeitweise überschwemmten Takyr-Flächen zeigen alle Übergänge von völlig vegetationslosen Flächen zu solchen mit Pionierarten (*Salsola gemmascens*) und über andere mit *Salsola rigida* zu solchen mit Solontschak-Halophyten als Endstadium, bzw. bei Auslaugung der Salze zur Ephemer-Wüste.

Als «Schor» bezeichnet man blasige, kleinflächige Solontschakböden im südlichen Verbreitungsgebiet bei hohem Grundwasserstand. Sie liegen in Depressionen und weisen eine deutliche Zonation mit einem Salzsee oder einer Salzfläche im Zentrum auf (vgl. WALTER 1968, S. 783).

3) Sandwüsten

Die *Haloxylon persicum* (Weißer Saksaul)-Bestände findet man oft am Rande der Takyre, dort wo die Böden sandiger werden.

Auf die Sandwüsten entfallen in Mittelasien sehr ausgedehnte Flächen sowohl im Norden, (Große und Kleine Barsuki, Mujun-Kum, Sande am Balchasch) als auch im Süden (Kara-Kum = Schwarzer Sand, Kysyl-Kum = Roter Sand). Die letzteren bedecken 557 000–560 000 km².

Sandböden sind im ariden Gebiet für die Pflanzen Biotope mit relativ guter Wasserversorgung. Deshalb ist die Vegetation der Sandwüsten in Mittelasien durchaus nicht dürftig, wobei allerdings die von den russischen Forschern betonte Fähigkeit, Wasserdampf aus der Atmosphäre zu kondensieren, mengenmäßig so unbedeutend ist, daß sie ökologisch keine Rolle spielen dürfte (vgl. H. WALTER 1968, S. 752–767).

Das gute Wasserspeichungsvermögen der Sandböden und der Verdunstungsschutz durch die nach Regen rasch austrocknenden oberen Sandschichten haben zur Folge, daß der Boden in 1–1,4 m Tiefe immer etwas feucht ist. Das gibt den kleinen Sträuchern oder sogar kleinen Bäumen die Möglichkeit, die Dürrezeit ohne Schwierigkeiten zu überdauern. Die Oberfläche der Sandfläche ist leicht hügelig. Im Frühjahr sind auch die oberen Sandschichten feucht, so daß sich eine Ephemerendecke entwickelt, in der *Carex physodes* mit langen Rhizomen und



Abb. 170. Arten der Sandwüste (Psammophyten). Von links oben: *Haloxylon persicum*, *Salsola paletzkiana*, *Calligonum microcarpum* (Polygon.), *Smirnovia turkestanica* (Leg.), *Ammodendron eichwaldii* (Leg.), *Ammodendron conollyi* (Leg.), (rechts) *Eremospartum flaccidum* (Leg.).

einer Wurzeltiefe von 5–15 cm die Hauptrolle spielt (Deckung 50%); dazu kommen die Gräser *Poa bulbosa*, und Annuelle wie *Bromus tectorum*, *B. oxyodon*, *Eremopyrum*, *Buonapartis* sowie viele Dicotylen wie *Ceratocephalus falcatus*, *Senecio subdentatus* u.a. Auf diesen festliegenden Sanden zwischen den Hügeln wachsen auch Zwiebel- und Knollenpflanzen. Auf die von den ausdauernden Arten gebildeten Pflanzengesellschaften kommen wir noch zurück (S. 251). Viele Holzpflanzen sind blattlose (aphylle) Arten oder zeichnen sich durch sehr kleine Blätter aus; auch Sklerophylle fehlen nicht (Abb. 170).

In den nördlichen Sandwüsten sind Steppen-

Arten wie *Tragopogon*, *Chondrilla*, *Euphorbia seguieriana*, sogar *Stipa hohenackeriana*, *S. szovitsiana* noch stark vertreten, in den südlichen dagegen fehlen sie.

Sehr verbreitet sind in den Sandwüsten vegetationslose Wanderdünen (Barchane) oder verschiedene Stadien ihrer Wiederbewachsung.

4) Löß- oder Lehmwüsten der südlichen Teile Mittelasiens

Diese Wüsten sind von der lehmigen Halbwüste weiter nördlich durch die Sandwüsten getrennt (vgl. S. 253). Sie erstrecken sich als nicht



Abb. 171. Ephemere Arten (Annuelle = Therophyten). Von links: *Phleum paniculatum*, *Lepidium perfoliatum*, *Matricaria lamellata*, *Psilostachys spicata* (Amaranthac.).

sehr breiter Streifen südlich von den Sandwüsten bis zu den Vorbergen des westlichen Tjanschan, Pamiro-Alai und Kopet-Dag. Es sind sehr merkwürdige Ephemer-Wüsten, die nur im Frühjahr eine Vegetationsdecke besitzen. Die Voraussetzung für ihre Ausbildung sind ein feinkörniger lößartiger Boden und das Fehlen einer Verbrackung. Im Widerspruch zu der Bezeichnung Wüste erreicht die Deckung zeitweise 100%, wobei die Pflanzen mesophilen Charakter aufweisen (Abb. 171–172). Aber dieser Pflanzenwuchs entwickelt sich nur im Frühjahr (Anfang März), wenn der Boden so feucht ist, daß man beim Begehen tief einsinkt. Es regnet im März–April alle 5–6 Tage. Die oberen Bodenhorizonte (bis 20–30 cm tief) sind dicht durchwurzelt (Abb. 173). Als erste entwickeln sich *Carex pachystylis* (*hostii*) und *Poa bulbosa*, Mitte April sind sie voll entwickelt und *Poa* bildet die Zwiebelchen aus. Um diese Zeit blühen auch *Gagea*-Arten und viele Cruciferen; Ende April reifen die Samen der Ephemerer aus. Bald da-

rauf ist die Wüste tot und zeigt 9 Monate lang kein Anzeichen von Leben. Im Sommer ist der Boden hart wie Stein. Der Prozentsatz der Therophyten erreicht 80% und ist der höchste von allen bekannten Wüsten (in der Libyschen Wüste nur 42%). Keine von diesen Pflanzen ist xeromorph, vielmehr verhalten sie sich wie Wiesenpflanzen (vgl. WALTER 1968, S. 744 ff.).

2. Vegetationsverhältnisse in Kasachstan

a) Allgemeines

Obgleich sich einige Wiederholungen ergeben werden, scheint es uns doch zweckmäßig zu sein, dieses in letzter Zeit im Zusammenhang mit der landwirtschaftlichen Erschließung sehr eingehend geobotanisch untersuchte Gebiet als Ganzes zu behandeln, d. h. von der Waldsteppen-Zone im Norden bis zu der Wüste im Süden; nur die Hochgebirgsteile werden erst später gesondert besprochen.

Kasachstan ist keine natürliche, sondern eine politische Einheit. Das gesamte Gebiet umfaßt eine Fläche von 2,7 Millionen km² und erstreckt sich von 55,5° N bis 41° N, also über 1500 km von Norden nach Süd und von 46,5° E bis 87,3° E oder etwa 3000 km von West nach Ost. Im Westen reicht Kasachstan nicht ganz bis zum Unterlauf der Wolga und stößt südlicher an den nördlichen Teil des Kaspischen Meeres, umfaßt dann östlicher den größten Teil des Aralsees, umschließt den Balchasch-See und reicht bis zum Altai. Im Norden gehört noch ein schmaler Streifen der Waldsteppe zu Kasachstan; südlicher schließen sich die Steppen- und Halbwüsten-Zonen an (Abb. 174). Das Gebiet ist im Norden eben und liegt 200–250 m über dem Meer, während der zentrale Teil eine Rumpf-Gebirgslandschaft darstellt, die sich bis über 1000 m NN erhebt; der südlichste Teil ist wieder eine Ebene, die ohne scharfe Grenze in die Turanische Niederung überleitet. Der tiefste Punkt von Kasachstan liegt bei –132 m NN (GVOSDEZKI 1971).

Im Frühtertiär war das Gebiet von großen Seen bedeckt. Dann begann die Gebirgsbildung in Zentralasien, die das Tiefland vom Einfluß der Weltmeere isolierte und eine ausgeprägte Kontinentalität des Klimas bedingte. Die Seen trockneten fast aus, Salzböden waren die Folge. Die Aridität blieb auch



Abb. 172. Ephemere Geophyten = Ephemeroide. Von links: *Euphorbia rapulum*, *Geranium tuberosum*, *Anemone petiolulosa*, *Valeriana chionophila*.

im Pleistozän bestehen, doch führten die vom Gebirge kommenden Flüsse der Glazialzeiten mehr Wasser und die Temperaturherabsetzung war mit einer geringeren Verdunstung verknüpft. Der große, die Balchasch-Alakol-Niederung ausfüllende See hatte sogar einen Abfluß nach Osten durch die Dsungarische Pforte in das Ebi-Nur-Becken.

Die heutige Rumpflandschaft oder Kasachische Schwelle (russisch «Melkosopotschnik») in Zentral-Kasachstan entstand dort, wo paläozoische, sedimen-

täre oder kristalline Schichten an die Oberfläche traten und in einem ariden Klima der Denudation unterlagen. Die Gesteinstafel wurde dabei in einzelne Rücken oder kegelförmige Erhebungen («Sopki») zerlegt, deren obere Teile aus anstehendem Gestein über die mit Schutt bedeckten Hänge und Täler hinausragen (Abb. 175). Die relative Höhe der Erhebungen schwankt je nach der Härte des Gesteins zwischen 10 und 100 m. Bei Mergeln und Kalkstein sind die Höhenunterschiede meist 30–35 m, wobei



Abb. 173. Vegetationsprofil durch die Ephemer-Wüste (nach KOROVIN, aus ALECHIN).

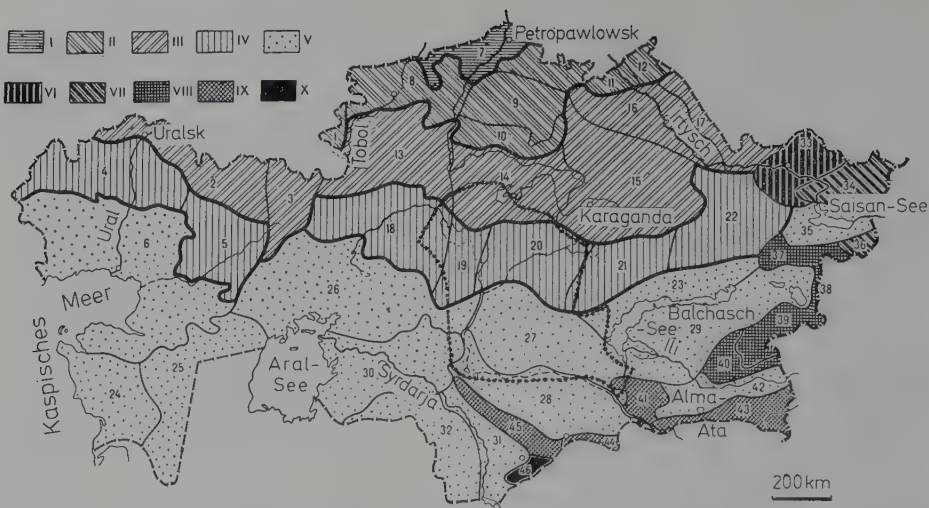


Abb. 174. Gebiet von Kasachstan (nach GVOSEDEKI). Vegetationszonen: I Waldsteppe, II Steppe, III Trockensteppe, IV Halbwüste (Wüstensteppe), V Wüste (südl. Halbwüste), VI–X Gebirgswüsten und Steppen. Untergliederungen: von NW-Kas.: 1 Transural-Steppe (westl. d. Tobol), 2 Trockensteppe: Ilekische und 3 der Mugodshary, 4 Halbwüste: Wolga-Uralische und 5 Voruralische, 6 Kaspische Wüste.

N- u. Z-Kas.: 7 Ischim-Waldsteppe, 8 Kustanaische Steppenzone, 9 Koktschetausche, 10 Atbasarsche, 11 Irtytsch-Steppe, 12 Barabinsche Steppe, 13 Turgai-Trockensteppe, 14 Tengissche (um Tengis-See), 15 Bajanulische, 16 am Irtytsch, 17 Kulundinsche. Halbwüste südl.: 18 Turgaische, 19 Ulutausche, 20 am Sarysu, 21 Kysyltassche, 22 Tschingissche, dazu 23 Nord-Balkhasch-Wüste.

SW- u. S-Kas.: 24 Mangyschlak-Wüste, 25 Ustjurt-Wüste, 26 Nord-Voruralwüste, 27 Betpak-Dala-Wüste, 28 Mujun-Kum, 29 Süd-Balkhasch-Wüste, 30 Unter-Syrdarja-Wüste, 31 Syrdarja-Wüste, 32 nördl. Kysyl-Kum.

E- u. SE-Kas.: 33 W-Altai, 34 S-Altai, 35 Saissan-Gebiet, 36 Saur-Gebiet, 37 Tarbagatai-Gebiet, 38 Barlyk-Mailin-Gebiet, 39 Dsungaro-Alatau, 40 W-Dsungarisches Gebiet, 41 Tschu-Ili-Gebiet, 42 Ili-Gebiet, 43 Trans-Ili-Gebiet, 44 Gebiet des Kirgisischen Gebirges, 45 Karatau-Gebiet, 46 Ugamsches Gebiet.

Durch Punkte umrandete Fläche entspricht dem Gebiet auf Abb. 177.

sich aus Kalkstein bestehende Rücken von oft 10–15 km Länge bilden; die Gipfel sind kuppelförmig oder flach, die zerfurchten Hänge haben eine Neigung von 20–23° und laufen in verbrackte Täler aus, in denen sich die im Sedimentgestein enthaltenen und bei der Verwitterung frei werdenden Salze anreichern. Bei Sandstein entstehen 5–10 m hohe durch Spalten zerteilte Tafeln, die in der Richtung des Schichtverlaufs ausgezogen sind. Stehen Quarzitschiefer an, so werden die Hänge mit gegen Verwitterung widerstandsfähigen Quarzitsteinen bedeckt und die einzelnen kegelförmigen Gipfel ragen nur etwa 10 m aus den verbrackten ebenen Flächen heraus.

Die Rumpflandschaft nimmt das ganze zentrale Gebiet von Kasachstan mit einem zum größten Teil halbwüstenartigen Klima ein. Letzteres ist extrem kontinental, die mittlere Januartemperatur von -14° bis -18° ist niedriger als in Archangelsk am Weißen Meer, die Minima erreichen oft -40° C; dafür sind die

Sommer heiß und trocken mit einer Julitemperatur von $19-28^{\circ}$ C. Von den Hochgebirgen abgesehen beträgt der Jahresniederschlag selbst in den feuchtesten nördlichen Teilen unter 400 mm und sinkt in den trockensten unter 100 mm.

Nur die Flüsse, deren Quellgebiet in den Gebirgen liegt, führen das ganze Jahr Wasser: der Irtytsch und Ili im Osten, der Ural und Tobol im Westen sowie der im Zentralen Hochland entspringende Ischim; von dem in den Aralsee einmündenden Syr-Darja gehört nur der Unterlauf noch zu Kasachstan.

Dem Klima entsprechend haben die Böden im Norden Schwarzerde-Charakter (Tschernosem), doch unterscheiden sie sich von den entsprechenden in Osteuropa durch den weniger mächtigen Humushorizont, dessen Humusgehalt aber höher ist; auch sind die Böden meist hydromorpher.

Weiter im Süden sind Kastanienerden ver-



Abb. 175. Rumpfgebirgs-Landschaft (Melkosopotschnik) im Granitgebiet des Zentralen Kasachstans (Massiv Begasy). Im Vordergrund in einer Senke eine Wiese mit Steppenelementen (Foto BESPALOVA).

breitet, die oft eine leichte Solonzierung aufweisen. Im Bereich der Rumpflandschaft sind die Böden flachgründig und steinig. Ganz im Süden findet man Burosem, Serosem sowie Sand- und Takyrböden.

Die besten Böden (also vor allem die Schwarzerde) werden heute als Ackerland bewirtschaftet (über 33,5 Millionen ha); 180 Millionen Hektar dienen als Weideland. Die landwirtschaftlich genutzte Fläche in Kasachstan entspricht 36,6% derjenigen der USSR. Allerdings sind die Ernten durch die sich wiederholenden Dürrejahre selbst im Norden in 35% aller Jahre gefährdet und südlicher sogar in 50%. Steigt die Zahl der Jahre mit Mißernten in den trockenen Steppen auf 75%, so kommt der Ackerbau auf Regenfall nicht mehr in Frage. Nur der Anbau mit künstlicher Bewässerung ist dann von Bedeutung.

b) Vegetationsgliederung

Aus der Karte auf Abb. 174 geht die Vegetationsgliederung in die einzelnen Zonen hervor. Wir unterscheiden: 1. die Waldsteppe, 2. die nördliche Steppe, 3. die trockene Steppe, 4. die Halbwüste und 5. die Wüste. Auf die ersten 3 Zonen gehen wir nur kurz ein.

1) Waldsteppenzone

Die westsibirische Waldsteppe setzt sich noch gerade im nördlichsten Teil von Kasachstan fort. Die Jahresniederschläge erreichen hier 310–340 mm. Das Gebiet wird vom Fluß Ischim durchschnitten, ist jedoch sonst abflußlos und zeichnet sich durch die vielen nur 2–4 m tiefen Seen mit süßem Wasser aus. Die Espen-Birken-Wäldchen wachsen nicht nur in Senken mit Solodböden, sondern gehen auch auf die flachen, gut dränierten Wasserscheiden mit grauen Waldböden hinauf. Sie wechseln mit Wiesensteppen auf ausgelaugter Schwarzerde ab. Typisch für letztere sind die Federgräser (*Stipa stenophylla*, *S. rubens*, *S. ioannis*) sowie *Calamagrostis epigeios*, *Phleum phleoides* und viele Kräuter (*Filipendula hexapetala*, *Lathyrus tuberosus*, *Artemisia sericea* u.a.). Heute sind diese Flächen Ackerland; als Weide dienen die Wiesensteppengesellschaften auf Soda-Solonezböden, auf die insgesamt 50–60% der Gesamtfläche entfallen. Solche Solonezböden werden in diesem Gebiet durch *Festuca sulcata* mit *Galatella trinervifolia* oder *Aneurolepidium ramosum* sowie *Artemisia nitrosa*, *A. pontica* u.a. gekennzeichnet. Diese nur leicht verbrackten Böden bilden sich auf

spätertertiären salzhaltigen Lehmen bei hohem Grundwasserstand. In den leichten Senken wachsen noch Espen-Birkenhaine, während die Salze sich infolge der stärkeren Verdunstung auf den kaum merklichen Rücken dazwischen anreichern. Je nasser die Senken sind, desto stärker verbracken die Rücken. Diese Zone ist für die Landwirtschaft besonders günstig, weil Dürrejahre fehlen. Sommerweizen ergibt Erträge von 15–20 dz/ha, Grünmais bildet die Grundlage der Milch- und Fleischproduktion.

2) Nördliche Steppenzone

Sie erstreckt sich südlich von der Waldsteppenzone. Die Jahresniederschläge liegen schon unter 300 mm. Während die Temperatursummen der Tage mit im Mittel über 10° C in der Waldsteppe 2100–2150° betragen, erreichen sie in dieser Steppenzone 2200–2350°. Die Böden sind fruchtbare Gewöhnliche Schwarzerde, die Erträge von Sommerweizen betragen 10–12 dz/ha. Auf die Ackerflächen entfallen im westlichen ebenen Teil 80–90% der Fläche, im östlichen seenreichen 50–60%. Der Seenreichtum ist paradoxerweise die Folge des ariden Klimas; denn in einem humiden Klima müssen die Seen einen oberirdischen Abfluß haben, so daß sich ein Flußsystem ausbildet. Die abflußlosen Seen entstehen in kleinen Senken, die durch Setzen der lockeren Gesteinsschichten beim lokalen Einsickern des Wassers zustandekommen. Hört der unterirdische Abfluß auf, dann tritt eine Verbrackung der Seen ein – im semiariden Gebiet eine Sodaverbrackung, im ariden eine Chlorid-Sulfat-Verbrackung. Analoge Verhältnisse findet man im Präriengebiet von North Dakota, in der östlichen argentinischen Pampa und in SW-Australien (vgl. WALTER 1968, S. 687ff.).

Der mittlere Teil dieser Zone ist eine Erhebung (bis 947 m NN) mit höheren Niederschlägen und Espen-Birken-Hainen in den Schluchten und Kiefernwäldern auf dem anstehenden Granit. In letzteren findet man *Sphagnum*-Moore mit *Oxycoccus* als einziger Ericacee, aber auch *Drosera*, *Eriophorum*, *Rhynchospora*, *Salix lapponum*, *Pedicularis sceptrum-carolinum*, *P. palustris*, *Menyanthes* u.a.

Der östlichste Zipfel gehört schon zur Baraba-Steppenniederung (100–120 m NN), die zum größten Teil innerhalb des Gebiets Nowosibirsk liegt. Sie ist schlecht dräniert, das Grundwasser steht hoch und bildet Linsen mit Süßwasser oder

Brackwasser verschiedener Zusammensetzung (Soda-Chloride, Soda-Sulfate, Chlorid-Sulfate). Wiesensteppen herrschen vor: Über den Süßwasserlinsen wachsen Espen-Birkenhaine, auf die nicht über 20–25% der Fläche entfallen. Die Birke wird von PAVLOV als *Betula kirghisorum* bezeichnet und ist wohl ein salzunempfindlicher Ökotypus der *Betula pubescens*; noch toleranter gegen Verbrackung ist *Populus tremula*, die deshalb weiter gegen das aride Gebiet vordringt als die Birke. Sodaböden nehmen 30–60% der Fläche ein. Ackerbau tritt in diesem Gebiet zurück, Wiesen und Viehweiden spielen die Hauptrolle.

3) Trockene Steppenzone

Diese ist viel ausgedehnter als die vorhergehende und zieht sich vom Ural-Fluß bis zum Altai-Gebirge hin. Im Westen reichen die Ausläufer des Ural-Gebirges und des Obstschi-Syrt in die Zone hinein, dann folgt östlicher das Rumpfgebirge Mugodshary (bis 657 m NN), für das eine spezielle Vegetationsbearbeitung vorliegt (DOCHMAN 1954). Die relativen Höhen übersteigen jedoch 50 m selten, am Fuß von Hügeln mit Sickerwasser-Horizonten wachsen kleine Espenhaine, bzw. bei sandigem Boden sogar reine Birkenhaine. Es folgt weiter nach Osten das Turgai-Tafelland, das im Regenschatten des Ural-Gebirges liegt, mit einem etwas trockeneren Klima und zum Teil sandigen Böden, auf denen Kiefernwälder stocken. Östlicher kommt man in eine Beckenlandschaft mit dem abflußlosen Salzsee Tengis und mit dem oberen Ischim-Tal, worauf das zentral-kasachische Rumpfland mit Höhen von 400–600 m NN um Karaganda beginnt¹. Die Sommertemperaturen sind im Vergleich mit der tiefer liegenden Irtysch-Ebene (200–300 m) etwas niedriger. Die Irtysch-Ebene ist besonders trocken, so daß die Halbwüste hier weiter nach Norden reicht. Die Böden sind sandig und unterliegen beim Pflügen der Winddeflation, die 1963–1965 bis zu 2,5 Millionen Hektar erfaßte und starke Staubstürme bewirkte; Streifenanbau, Kulissenaus-

¹ Bei Karaganda befindet sich das drittgrößte Kohlenlager der USSR, doch wird seine Ausbeutung ebenso wie die der reichen Erzvorkommen durch den Wassermangel erschwert; deshalb wird ein 490 km langer Kanal vom Irtysch gebaut, der kurz vor der Vollendung steht.

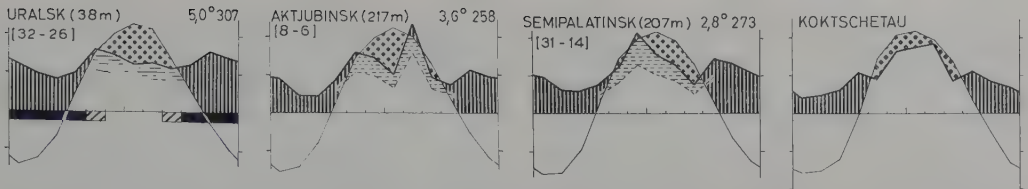


Abb. 176. Klimadiagramme von Uralsk, Aktjubinsk und Semipalatinsk aus der trockenen Steppenzone und von Koktschetau (= Mittel vom Klimatogramm auf Abb. 178) südlicher aus der Halbwüste (= Wüstensteppe).

saat und Windschutzstreifen sind als Gegenmaßnahme unbedingt notwendig. Sehr wertvoll sind die Mähwiesen in der Irtyshau; die Sanddünen um Semipalatinsk werden von Kiefern bewachsen, während die kalkhaltigen alluvialen Sande von diesen gemieden werden (vgl. dazu die Klimadiagramme auf Abb. 176).

4) Halbwüstenzone

In dieser nehmen die Niederschläge bis auf 150–200 mm ab, die Temperatursummen der Tage mit über 10° betragen 2800–3200°. Die Böden sind helle Kastanienerden. Von den Gräsern kommen die nicht federigen *Stipa*-Arten (*S. sareptana*) vor zusammen mit *Agropyrum desertorum* sowie *A. sibiricum* und verschiedenen *Artemisia*-Arten in Mosaikkomplexen mit *Kochia prostrata* und *Camphorosma monspeliacum* auf solonzierten Böden. In den Sandgebieten mit Barchanen sind Psammophyten (*Elymus giganteus*, *Calligonum aphyllum* u.a.) verbreitet. Im zentralen Teil erreicht die Rumpflandschaft hier Höhen von über 1000 m NN, so daß die Temperatursummen in höheren Lagen auf 2400° absinken und das Klima etwas feuchter ist. Die xerophytischen Gräser (*Stipa sareptana*, *S. orientalis*, *S. capillata*, *Festuca sulcata*) sind häufig, auf steinigten Böden treten Sträucher auf (*Ephedra distachya*, *Spiraea hypericifolia*, auf Schutthängen auch *Ribes nigrum*, *Crataegus sanguinea*, *Cotoneaster melanocarpa*).

Auf den Granitböden (bis 1000–1500 m NN) nördlich vom Balchasch-See findet man selbst in dieser Halbwüstenzone an Nordhängen zwischen den Felsen licht stehende Kiefern (*Pinus sylvestris*) und einzelne Sträucher.

Im Gegensatz dazu breitet sich südlicher in dem zum Balchasch abfallenden ariden Teil die typische Halbwüste mit *Artemisia terrae-albae*, *Stipa sareptana*, *Festuca sulcata* oder *Artemisia pauciflora* mit *Anabasis salsa*, *Atriplex cana*, *Nanophytum erinaceum* u.a. aus.

5) Wüstenzone

Der ganze südliche Teil von Kasachstan mit der Aralo-Kaspischen Niederung, dem Ustjurt-Plateau und der großen Balchasch-Alakol-Senke sowie dem Saissan-Becken und dem Ili-Tal wird von der Wüstenzone eingenommen, die man zum Unterschied von der Turanischen Wüste als nördliche Wüstenzone bezeichnen kann. Im Westen am Kaspischen Meer liegt diese Zone unter dem Meeresspiegel. Im Untergrund sind permische Salz- und Gipsschichten verbreitet, die zu einer Verkarstung beitragen; weite Flächen werden von Sand bedeckt, ihre Beweidung hat zur Bildung von Flugsanden mit Barchanen geführt (JAKUBOV 1955). Diese sind selbst bei den geringen Niederschlägen von wenig über 100 mm Wasserspeicher, d.h. es kommt zur Ausbildung eines Grundwasserhorizontes mit Süßwasser und in Dünenaltären findet man kleine Seen, um die herum ebenso wie auf grundwassernahen Böden *Populus hybrida*, *P. alba*, *Elaeagnus angustifolia*, *Salix caspica*, *S. rosmarinifolia*, seltener *Alnus glutinosa* wachsen mit einem den Auenwäldern entsprechenden Unterwuchs. Häufiger treten typische Holzgewächse der ariden Gebiete wie *Calligonum aphyllum*, *Tamarix*-Arten und der Endemit *Halimodendron ammodendron* auf (vgl. WALTER 1968, S. 734–742).

Die natürliche Vegetation auf den unbeweglichen Sandflächen trägt noch Halbwüstencharakter. Sie besteht aus *Artemisia maritima* (incana s.l.), *Agropyrum cristatum*, *A. sibiricum*, *A. ramosum*, *Festuca sulcata* (beckeri), *Koeleria glauca* mit vielen Ephemeriden im Frühjahr. Auf beweglichem Sand stellt sich *Aristida pennata* ein, die beim Zuschütten wieder aus dem Sande herauswächst. Ist die Sandzufuhr durch Wind gering, dann siedeln sich auf den Primärdünen auch *Artemisia scoparia*, *Salsola*, *Ceratocarpus*, *Corispermum* und *Alhagi* an. Nimmt die Beweglichkeit der großen Wanderdünen ab, dann faßt als erster Pionier *Elymus giganteus* Fuß mit ihm zu-

gleich auch die *Chenopodiaceae Agriophyllum arenarium*; es folgen *Salsola ruthenica*, *S. kali*, und *Corispermum aralo-caspicum*. In den Dünen-tälern erscheinen *Heliotropium micranthum*, *Tournefortia sibirica*, *Chondrilla ambigua*, *Aristida pennata*, *Linaria odora*, *Melilotus polonicus*, *Artemisia scoparia* u.a.

Als Folge der Ansiedlung von Pflanzen auf der Sandfläche tritt eine Verdichtung der Bodenoberfläche und ein höherer Wasserverbrauch durch die Pflanzen ein. *Artemisia arenaria* breitet sich aus, die Pioniere werden verdrängt und die zonale Vegetation mit *Artemisia maritima* (*incana* s.l.), *Agropyrum*-Arten, *Bromus tectorum*, *Poa bulbosa* u.a. gewinnt wieder die Oberhand; dazu kommen die Ephemerer; *Tortula desertorum* mit *Bryum caespitosum* bilden einen Moosteppich.

Weiter im Süden nimmt die Aridität immer mehr zu und damit zugleich auch der Wüstencharakter. Die Böden sind auf dem Ustjurt-Plateau (über 300 m NN) steinig (neogene Kalke mit Karsterscheinungen), nördlich vom Aralsee dagegen sandig (Große und Kleine Barsuki) mit tafelförmigen Erhebungen der sarmatischen Kalkschichten. Nach Osten schließt sich die Wüste Betpak-Dala an; sie erstreckt sich bis zum Balchasch-See. Im Westen ist es eine Lehmwüste, im Osten mehr eine Steinwüste; in den Senken findet man Halophyten auf Solontschakboden.

Der Balchasch-See (Fläche von 17500 km²) enthält, obgleich er abflußlos ist, im westlichen Teil süßes Wasser, im östlichen schwach salziges (5‰); das zeigt, daß er erst seit relativ kurzer Zeit keinen Abfluß hat (vgl. S. 237).

Südlich bis zum Tjanschan-Gebirge liegt die Sandwüste Mujun-Kum. Sie steigt gegen das Gebirge auf 600 m NN an und fällt nach Westen auf 130 m gegen die Turanische Niederung ab. Auch diese Sandwüste ist relativ wasserreich; um die Seen herum wachsen Schilf- und Seggenbestände, auf den Sandrücken *Calligonum* und *Haloxylon persicum*.

Das Gebiet direkt nördlich vom Balchasch-See ist dagegen besonders trocken; die Niederschläge erreichen kaum 100–125 mm. Es ist eine hügelige Rumpflandschaft mit steinigem, in den Tälern takyrartigen Böden. Die tektonisch bedingte Senke südlich vom Balchasch-See mit dem Delta des Ili-Flusses im Westen und dem Alakol-See im Osten (bis zur Dsungarischen Pforte) besteht vorwiegend aus Sand, aber mit bewachsenem Boden und hügeligem Relief. Sie

entspricht noch den nördlichen Sandwüsten mit sehr kalten Wintern.

Viel heißer ist die Sandwüste südlich vom Fluß Syrdarja. Die Temperatursummen steigen hier auf 5000° an, die Niederschläge überschreiten 100 mm kaum, die potentielle Verdunstung erreicht 1500–2000 mm. Im Bereich des Flusses Syrdarja wachsen Auenwälder; hier befinden sich viele Oasen mit Bewässerungskulturen. In diesem Gebiet beginnt die Sandwüste Kysyl-Kum mit Flugsanden und Wanderdünen. Der weitaus größte Teil dieser Wüste liegt aber schon außerhalb Kasachstans in der Turanischen Niederung Mittelasiens.

c) Spezielle geobotanische Untersuchungen in Kasachstan

Für die nördliche, weniger aride Hälfte von Kasachstan, die sich von den östlichen Vorbergen des Urals im Westen bis zum Altai-Gebirge im Osten erstreckt und sich für den Ackerbau eignet, liegen Karten 1:1,5 Millionen der Akademie der Wissenschaften (Moskau 1961) mit erläuterndem Text (47 Seiten) vor, die von E. M. LAVRENKO und B. A. FEDOROVITSCH redigiert wurden. Es handelt sich um eine geomorphologische Karte, eine detaillierte farbige Vegetationskarte und eine Karte der landschaftlichen Gliederung.

Die 1954 noch erhalten gebliebenen Atbasarschen Steppen (Abb. 174, westl. Teil von 10) haben KUROTCHKINA und STEPANOVA (1956) beschrieben. Von den 1266000 ha waren für den Ackerbau 900000 ha geeignet, davon 9000 ha auf guter mittelhumer Schwarzerde; die als Mähwiesen nutzbaren Wiesensteppen auf feuchteren extrazonalen Biotopen nahmen 175000 ha ein, während auf trockenere zonale Steppentypen, die als Weide dienen konnten, 145000 ha entfielen.

Die extrazonalen Wiesensteppen (Niederungen) stehen den osteuropäischen nahe, die Deckung erreicht 100%, die Höhe 80–120 cm.

Vorherrschend sind: *Stipa rubens*, *S. sareptana*, *Phleum phleoides*, *Helictotrichon schellianum*, *H. desertorum*, *Calamagrostis epigeios*, *Bromus inermis*, *Poa pratensis*. Dazu kommen *Peucedanum ruthenicum*, *Filipendula hexapetala*, *F. ulmaria*, *Sanguisorba officinalis*, *Lathyrus pratensis*, *Melilotus albus*, *Vicia cracca*, *Geranium pratense*, *Melampyrum cristatum*, *Veronica spicata*, *V. spuria*, *Salvia stepposa*, *Plantago stepposa*, *Nepeta nuda*, *N. ucrainica*, *Trifolium lupinaster*, *Eryngium pla-*

num, *Serratula coronata*, *Echinops ritro*, *Libanotis sibirica*, *Erysimum canescens*, *Medicago romanica*, *Achillea millefolium*, *Onosma simplicissimum*, *Gypsophila altissima* u.a.

In den zonalen Steppen auf Eu-Klimatopen mit schwach-humushaltigen Tschernosemen (gewöhnlichen) sind dominant: *Stipa rubens*, *Festuca sulcata*, *Peucedanum ruthenicum*; außerdem *Salvia stepposa*, *Phlomis tuberosa*, *Medicago romanica*, *Seseli ledebouri*, *Artemisia austriaca*, *Linosyris villosa* u.a. (Deckung 80%).

Auf noch trockeneren Tschernosemen treten *Stipa-Festuca-Koeleria*-Steppen auf, wobei bei leichter Verbrackung *Festuca* die anderen verdrängt und *Stipa capillata*, *Helictotrichon desertorum* sowie *Stipa lessingiana* hinzukommen (Deckung 70%). Der Frühljahrspekt wird gekennzeichnet durch: *Potentilla*, *Adonis*, *Pulsatilla*, *Pedicularis*, *Veronica* und anschließend *Iris* mit *Tulipa*, *Phlomis*, *Salvia*, *Verbascum phoeniceum* u.a. Leicht brackige Flecken erkennt man an viel *Festuca* und *Linosyris*, *Agropyrum pectiniforme* sowie *Aneurolepidium ramosum*; bei stärkerer Solonchierung treten auf: *Kochia prostrata*, *Limonium gmelini*, *Artemisia nitrosa* und *Psathyrostachys juncea* (Deckung nur 40–50%).

1940 erschien eine allgemeine Beschreibung der Vegetation von POPOV für ganz Kasachstan, die insofern besonders wertvoll ist, als sie ausführliche Darstellungen der noch ursprünglichen, höchstens extensiv beweideten Steppen enthält.

Wir entnehmen dieser Arbeit folgende Beschreibung aus dem Gebiet der Rumpfgebirgslandschaft westlich vom See Tengis um den 51° N, wo die weiten Ebenen zwischen den einzelnen kegelförmig-abgeflachten Erhebungen von Grassteppen bedeckt waren. POPOV bringt zahlreiche Listen.

Es herrschen vor *Stipa lessingiana* und *Stipa rubens*, die jedoch schon bei leichter Verbrackung verschwinden und durch *Stipa capillata* ersetzt werden. Stets ist auch *Festuca sulcata* vorhanden, die auf schlechten Böden ebenso wie *Agropyrum cristatum* besonders häufig ist. Seltener sind *Phleum phleoides* und *Bromus inermis*. Zwischen den Gräsern wird der Boden von Flechten und *Nostoc* bedeckt, aber Kräuter fehlen nicht.

Im Frühjahr blühen die weißen *Tulipa biflora* und die roten oder gelben *T. schrenkii*; im Sommer sieht man vereinzelt, in Niederungen häufigere Zwiebeln (*Allium flavescens*, *A. decipiens*, *A. paniculatum*) oder *Iris halophila* und niedrige Ferulen (*Palimbia salsa*, *Ferula tatarica*, *F. songarica*, *F. gracilis*), gelbe *Scorzonera stricta*, *S. austriaca* und *Hieracium echinoides*, dazu *Arenaria longifolia*, *A. graminifolia*, *Gypsophila panicu-*

lata, *Serratula nitida*, *S. dissecta*, *Veronica spicata*, *Jurinea linearifolia*, *Verbascum phoeniceum*, *Silene volgensis*, *S. viscosa*, *S. chlorantha*, *Dianthus campestris*, *Linosyris villosa*, *L. glabrata*, *Sisymbrium junceum*, *Lepidium coronopifolium*, *Erysimum versicolor*, *Potentilla opaciformis*, *P. canescens*, *Medicago falcata*, *Astragalus physodes*, *A. onobrychis*, *A. macropus*, *A. arbuscula*, *Thymus marschallianus*, *Trinia kitaibeli*, *Seseli coronatum*, *Achillea nobilis*, *Echinops ritro*, *Carex supina* und in Tälchen *Thalictrum minus*, *Veronica spuria*, *Galium boreale*, *Galatella hauptii*, *G. punctata*, *Inula salicina*, *Artemisia armeniaca*, *A. campestris*, *A. austriaca*, *Astragalus hypoglottis*, *Euphorbia virgata*, *Chaerophyllum prescottii*, *Peucedanum alsaticum*.

An feuchten Standorten treten in der Steppe die Gräser zurück und die Kräuter überwiegen. Außer den oben genannten Arten kommen hinzu: *Salvia dumetorum*, *Phlomis tuberosa*, *Nepeta ucrainica*, *Galium verum*, *Polygala comosa*, *Onosma echinoides*, *Potentilla recta*, *Glycyrrhiza uralensis*, *Linaria vulgaris*, *Ranunculus pedatus*, *Adonis volgensis*, *Pedicularis laeta* und im nördlichen Gebiet auch *Filipendula hexapetala* mit *Libanotis sibirica*; bei leichter Verbrackung findet man *Pastinaca graveolens* und mannshohe *Silaus besseri*.

Sobald an den Hängen der Erhebungen die Böden steiniger werden, ändert sich die Zusammensetzung der Pflanzendecke: Von den Gräsern verbleiben *Festuca sulcata*, *Agropyrum cristatum* und *Stipa capillata*, dazu kommen *Carex supina* und *C. schreberi*, die Kräuter sind xerophiler. Vor allem fallen aber die Sträucher auf: *Spiraea hypericifolia*, *Convolvulus fruticosus*, *Atraphaxis frutescens* und *Rosa persica*.

Dort, wo die Böden sandig sind, zeichnet sich die Steppe durch Arten aus, die weiter nördlich ihre Hauptverbreitung haben; oft handelt es sich dabei um besondere Ökotypen.

Auf Solonezböden, die im Bereich der salzhaltigen frühtertiären Ablagerungen in kaum merklichen Senken verbreitet sind, findet man dagegen eine mehr halbwüstenähnliche, südliche Vegetation. Die Gräser werden hier durch *Artemisia*-Arten ersetzt. Das nördlichste Vorkommen von *Artemisia maritima* (*incana*) liegt auf 55° N, häufiger wird diese Art von 54° N an. Die Nordgrenze von *Artemisia pauciflora* erreicht 53½° N. Die erste Art wird südlich von der Steppenzone durch *Artemisia terrae-albae* ersetzt, die zweite durch *A. maikara*. Außerdem treten im Süden *A. sieberi* und *A. cina* (Zittwer-Samen) auf und viele andere erst in letzter Zeit unterschiedene Arten.

Die von Artemisien bedeckten Flächen sind sehr eintönig, die anderen Arten treten kaum

hervor. Ihre Gesamtzahl beträgt etwa 32 gegenüber von 70–80 in der Steppe.

Die Artenzusammensetzung ändert sich mit zunehmender Verbrackung in folgender Reihenfolge der Dominanten:

1. *Artemisia maritima* (*incana*) noch mit *Stipa capillata* und *Festuca sulcata*,
2. *Artemisia pauciflora* nur noch mit *Festuca sulcata* (südl. bis 48° N),
3. *Atriplex cana* ohne Steppengräser (südl. bis 45–44° N),
4. *Anabasis salsa*, die noch in die südlichen Wüsten hineingeht mit *Nanophytum erinaceum* (auf steinigten Böden).

Zugleich nimmt in dieser Reihenfolge die Zahl der Gesamtarten und ihre Deckung ab. Schließlich verbleiben nur wenige Zwergstraucharten und Ephemerer.

Eine andere Artenkombination weisen die Gesellschaften auf nassen Salzböden (Solontschak) auf, z.B. in Senken mit hohem Grundwasserstand oder um Salzseen. Hier läßt sich eine Zonation feststellen mit den blattlosen Hygro-Halophyten *Halocnemum* und *Salicornia* auf den extremsten Böden, *Suaeda*, *Salsola* und *Petrosimonia* auf aufgeblähten Salzböden und als Übergang zu den trockenen Salzböden mit tiefem Grundwasserstand salzausscheidende *Limonium*-(*Stative*-), *Frankenia*- und *Tamarix*-Arten.

Mit den oben genannten Gemeinschaften, an denen Horstgräser nicht mehr beteiligt sind, ist die Wüstenzone von Kasachstan mit Niederschlägen unter 200 mm erreicht. In ihr kommen Arten hinzu, die weiter nördlich fehlen, z.B. *Rheum tataricum*, *Rh. leucorrhizum*, *Eremostachys tuberosa* (Lab.), *Megacarpaea laciniata* (Cruc.) u.a. Auch unter den Ephemerer findet man neue Arten, wie *Gagea reticulata*, *Ixiolirion tataricum* u.a. Das sind paläomediterrane genetische Elemente, zu denen hier 90% der Arten gehören, während sie in den Steppen kaum vertreten sind.

Die Böden der Wüste sind Seroseme, aber die bodenbildenden Vorgänge sind in der Wüste so schwach ausgebildet, daß nicht der Bodentypus für die Pflanzen von Bedeutung ist, sondern die durch die Art der Ablagerung bedingte Bodenart (Tone, Sande, Löß, steiniges oder salziges Substrat).

Während des Pleistozäns haben die in den nahen Hochgebirgen entspringenden Flüsse viel

feinkörniges Material insbesondere in ihren Deltagebieten vor dem Balchasch- und Aralsee abgelagert. Auf diese Weise sind z.T. die Sandwüsten Mujun-Kum und Kysyl-Kum entstanden. Werden Tone abgelagert, so bildet sich auf ihrer Oberfläche eine Kruste, die eine Entwicklung der Keimlinge erschwert oder ganz verhindert – es kommt zur Ausbildung der weiten nur mit Algen oder Flechten bedeckten Takyrflächen. Auf den Lößböden entsteht keine Kruste, aber die spärlichen Winterniederschläge befeuchten bloß die oberen Schichten und trocknen im Sommer ganz aus, so daß sich nur Frühjahrsephemeren entwickeln können. Stehen salzhaltige tertiäre Sedimentgesteine an, so genügen die Niederschläge zur Auswaschung der Salze nicht, so daß die Böden nur für Halophyten geeignet sind.

Der Entwicklungszyklus der Pflanzen ist in der Wüste ein anderer als in der Steppe. Während in letzterer im Frühjahr bei guter Bodendurchfeuchtung eine sehr intensive Photosynthese, die zu raschem Wachstum führt, möglich ist, so daß die Hauptblütezeit schon im Sommer eintreten kann, entwickeln sich die Zwergsträucher in den wasserarmen Wüsten nach dem kalten Winter sehr langsam. Sie brauchen lange Zeit, um die für die Ausbildung der generativen Organe benötigten Baustoffe anzureichern; infolgedessen zögert sich ihre Blüte- und Fruchtzeit bis in den Herbst hinaus.

Die Grenze zwischen den nördlichen und südlichen Sandwüsten verläuft etwa entlang des 43–44° N. Die Unterschiede zwischen diesen Typen sind folgende: In den nördlichen Wüsten findet man auf den feuchten Böden der Dünen-täler Arten der Flußauen, z.B. Pappeln und Weiden, oder *Elaeagnus* und *Tamarix*, in den südlichen dagegen sind die Biotope meist so stark verbrackt, daß dort nur Halophyten wachsen. Auch floristische Unterschiede machen sich bemerkbar, z.B. sind im nördlichen Teil der Wüste *Calligonum*-Arten des Subgenus *Pterococcus* mit flachen Flügel Früchten vertreten, in den südlichen dagegen nur solche des Subgenus *Eucalligonum*, die kugelförmige mit Haaren besetzte Früchte ausbilden (Arten dieser Untergattung sind noch bis in die Sahara verbreitet). Gewisse Gräser der nördlichen Sandwüste, z.B. *Elymus sabulosus*, kommen im Süden nicht vor. Die genetisch-paläomediterranen Elemente sind im Süden besonders stark vertreten. Das gilt nicht nur für die Sandwüste, sondern allgemein



Abb. 177. Gliederung des Untersuchungsgebiets im westlichen Teil der zentralen Rumpflandschaft Kasachstans und der Betpak-Dala-Wüste mit den drei stationären Versuchsflächen = schwarze Rechtecke (IX). I = Grenze zwischen den euroasiatischen Steppen und den sahara-gobischen Wüsten. II-VII = weitere landschaftliche Unterteilungen. Schraffuren: X = krautreiche xerophile *Festuca-Stipa*-Steppen, XI = *Artemisia-Stipa*-Wüstensteppen, XII = grasreiche und XIII = grasarme Wüsten. XIV = Serien auf Eruptivgesteinen, XV = auf Graniten, XVI = auf Kalkstein, XVII = auf Quarziten, XVIII = auf salzhaltigem Sandstein, XIX = auf leicht sandigen Böden, XX = auf Sanden, XXI = auf tertiären gipshaltigen Tonen, XXII = auf z. T. salzhaltigen Böden, XXIII = auf Solonez, XXIV = Gebüsch mit *Spiraeanthus*. Seen = horizontal schraffiert.

für die gesamte Wüstenvegetation in diesem Gebiet, sogar für die Flußauen.

Stationäre Untersuchungen

Sehr eingehend wurde der zentrale Teil von Kasachstan in botanisch-zoologisch-ökologischer Richtung auf unberührten Flächen der trockenen Steppenzone, der Wüstensteppenzone (= Halbwüste) und der Wüstenzone (Betpak-Dala) in der letzten Zeit untersucht. In der Unterzone der krautreichen Steppe war es 1957 schon nicht mehr möglich, eine geschlossene Fläche von etwa 10000-15000 ha mit einer Ursteppenvegetation zu finden.

Die Untersuchungen wurden in den Jahren 1957-62 durchgeführt unter der Leitung von

E.M.LAVRENKO, B.A.BYKOV, A.A.JUNATOV sowie L.V.ARNOLDI (Geobotanischer Teil von KARAMYSCHIEVA).

Die Probeflächen lagen in einem Gebiet, das sich von der Landschaft westlich des Tengis-Sees bis zum Westufer des Balchasch-Sees erstreckt (Lage des Gebiets punktiert auf Abb. 174 eingetragen, genauere Karte auf Abb. 177).

Auf jeder Probefläche wurde eine meteorologische Station errichtet. Folgende Angaben lassen sich über die klimatischen Verhältnisse in den Jahren 1954-1961 machen (vgl. Abb. 176, Kokschetau, und Abb. 178):

1. Trockene Steppenzone Jahresniederschlag 240 mm (92-371 mm), 70% fallen im April-Oktober; potentielle Evaporation 3-7 mal

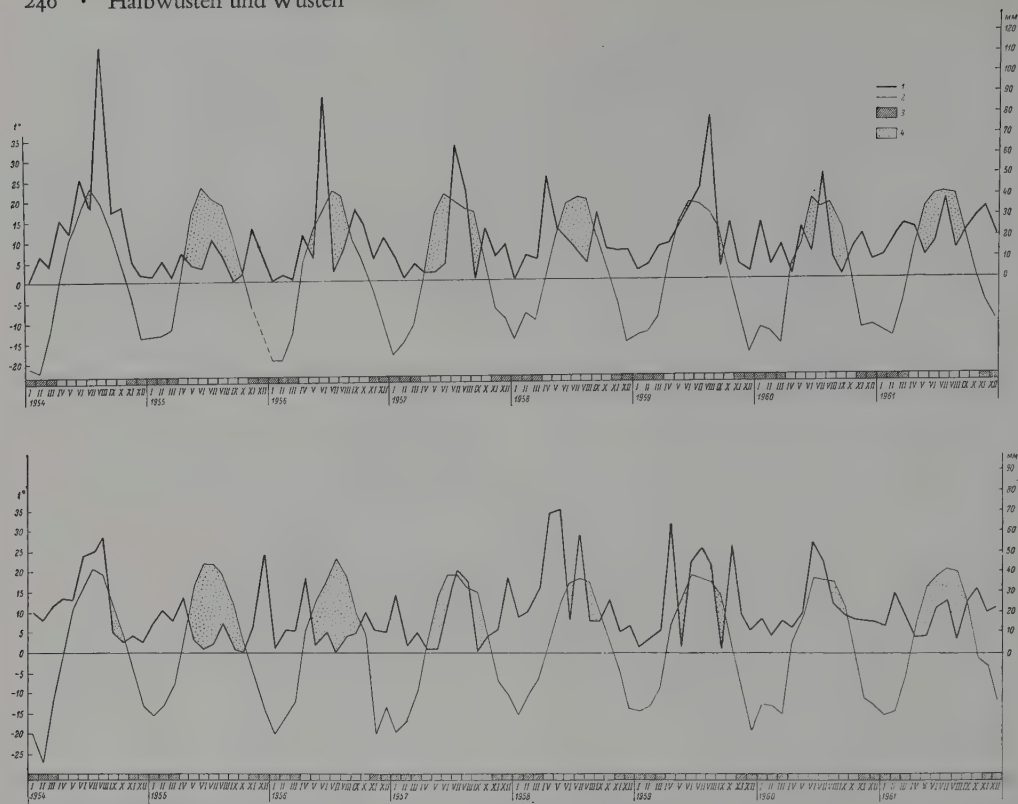


Abb. 178. Klimatogramme (1954–61) von den Stationen im zentralen Kasachstan: Oben Koktsetschetau in der trockenen Steppe, unten in der Wüstensteppe. 1 = Niederschlagskurve, 2 = Temperaturkurve, 3 = Monate mit Temperaturmittel unter 0°C (November–März), 4 = Dürreperioden (punktiert).

höher als Niederschlag. Mittlere Jahrestemperatur $2,4^{\circ}$ ($1,2-4,1^{\circ}$), Temperaturschwankung $40-50^{\circ}\text{C}$, Januarmittel $-13,3$ bis -21°C (Minima $-39,5$ bis $-51,7^{\circ}$). Zahl der Frosttage 180–200, Schneedecke (30 cm) bleibt 140–160 Tage liegen. Der Boden gefriert bis zu einer Tiefe von 150–175 cm. Julimittel $22,5^{\circ}\text{C}$ (Maximum $38-39^{\circ}$). Vegetationszeit: 170–180 Tage mit $t > 5^{\circ}$ und 140–150 Tage mit $t > 10^{\circ}$ (Temperatursumme 2300°).

2. Wüstensteppenzone Jahresniederschlag 155–279 mm, 57–73 % fallen im April–Oktober; die potentielle Evaporation ist 7–20 mal höher als der Niederschlag. Temperaturmittel: Jahr $3-5^{\circ}$, Januar -15 bis -20° , Juli $22-25^{\circ}$; Minimum -40° , Maximum $40-45^{\circ}$. Schneedecke 120–140 Tage. Vegetationszeit: 170–190 Tage mit $t > 5^{\circ}$ und 150–180 Tage mit $t > 10^{\circ}$.

3. Wüstenzone (Betpak-Dala): Jahresniederschlag 100 mm unregelmäßig verteilt. Tempera-

tur stark schwankend, Minimum -40° , Maximum $42-44^{\circ}$. Schneedecke 15–20 cm (etwa $4\frac{1}{2}$ Monate). Sehr starke Winde.

Die auf den Untersuchungsflächen gesammelten Pflanzen sind in ausführlichen Listen angeführt. Ihre Zahl ist aus nachfolgender Tabelle zu ersehen.

Drei verschiedene Vegetationsstrukturen wurden unterschieden:

1. Mosaikkomplexe aus scharf getrennten Gesellschaften,
2. Serien (einer Catena entsprechend) an Hängen mit allmählichen Übergängen und mit der Zeit sich verändernd,
3. Mikrozonationen (oder ökologische Reihen) durch die Topographie bedingt.

Die Vegetationsbeschreibung auf den verschiedenen Untersuchungsflächen geben wir stark gekürzt wieder:

Tabelle 16. Artenzahl auf den Untersuchungsflächen im Zentralen Kasachstan

	Gefäß- pflanzen	Flechten	Moose	Algen	Bak- terien	Mikrosk. Pilze
Trockene Steppen	487	94		62	125	109
Wüstensteppen	423	54	31	115	134	86
Wüste	304	58		70	54	nicht unter- sucht

A. Steppenzone (Abb. 179–180):

Als zonale Vegetation wird die *Stipa lessingiana* + *Festuca sulcata* + *Linosyris tatarica*-Assoziation genannt und eine weitere ähnliche mit *Tanacetum achilleifolium*, wobei letztere nicht mehr auf den Eu-Klimatopen, sondern an leichten Hängen vorkommt. In bestimmten Serien treten *Stipa sareptana* und *Psathyrostachys* (*Hordeum*) *juncea* auf. Auch die Übergänge mit *Agropyrum pectiniforme* und *Aneurolepidium ramosum* zur *Artemisia terrae-albae*-Gesellschaft kommen vor. Auf karbonatreichen lehmigen Böden findet man *Galatella divaricata*, *Kochia prostrata* und *Atraphaxis frutescens*. Das sind alles nur die Dominanten.

Auf alluvialen Böden der Täler macht sich die Verbrückung stark bemerkbar; je nach dem Grade derselben herrschen *Artemisia schrenkiana*, *A. pauciflora*, *Atriplex cana* und *Anabasis salsa* vor. Bei hohem Grundwasserstand treten *Atriplex verrucifera*, *Camphorosma lessingii*, die einjährige *Suaeda corniculata*, *Salsola foliosa* und *Petrosimonia triandra*, stellenweise mit *Artemisia nitrosa*, *Puccinellia tenuissima* oder auch *Lasiagrostis splendens* auf. Sehr verschieden ist die Zusammensetzung der Vegetation auf den Schutthängen und felsigen Standorten. Auffallend ist das Auftreten von Sträuchern (vgl. S. 241). Am Fuße der Hügel aus Porphyriten sind Quellen vorhanden, um die herum *Rhamnus cathartica* und *Salix*-Arten wachsen; an Quellen, die im



Abb. 179–180. Trockene Steppenzone mit vorherrschender *Stipa lessingiana* im Zentralen Kasachstan (Foto BESPALOVA):

Abb. 179. *Stipa* fruchtend.

Abb. 180. *Stipa* nach dem Fruchten.

Sommer austrocknen, findet man dagegen nur Halophyten (*Puccinellia*, *Aeluropus*, *Salicornia*). Auf Kalkgestein wachsen neben *Stipa*-Arten auch *Convolvulus frutescens* und *Eurotia ceratoides* u. a. Soweit die Flüsse und Quellen süßes Wasser führen, stellt sich die gewöhnliche Vegetation mit Hydrophyten und Wiesenpflanzen ein.

B. Wüstensteppenzone (Halbwüste):

Auch hier werden bei der zonalen Vegetation zwei Assoziationen unterschieden, je nachdem ob *Stipa lessingiana* oder *Stipa sareptana* zusammen mit *Festuca sulcata* und *Artemisia gracilescens* dominieren, wobei die federige *Stipa lessingiana* nur im nördlichen Teil auf Eu-Klimatopen verbreitet ist und im südlichen Teil durch das Pfriemgras *Stipa sareptana* ersetzt wird, zugleich nimmt der Anteil der *Festuca sulcata* ab.

Charakteristisch für diese Zone ist das starke Hervortreten von *Artemisia* mit *Kochia prostrata*, *Ferula caspica* und den Ephemerem *Poa bulbosa*, *Alyssum desertorum*, *Ceratocephalus orthoceras* und *Tulipa patens*. Auf Kalk-, Sand-, Stein- und Salzböden ändert sich die Vegetation entsprechend. Die Wiesenvegetation auf feuchten, nicht verbrackten Böden unterscheidet sich kaum von derjenigen der Steppenzone.

C. Wüstenzone:

Charakteristisch ist die komplexe Struktur der Pflanzendecke, so daß Angaben über die zonale Vegetation nur schwer zu machen sind. Auf der Vegetationskarte werden 75 verschiedene Gesellschaftskombinationen und 45 Typen von ökologischen Reihen gezeigt. Die Rumpflandschaft in diesem Gebiet entstand aus einer Fastebene, die infolge einer Hebung der Denudation unterlag, wobei zunächst im Neogen die Täler von Seen ausgefüllt wurden, in denen bunte Mergel zur Ablagerung kamen. Gegen Ende des Tertiärs und zu Beginn des Pleistozäns erfolgten erneut tektonische Bewegungen, die zur Ausbildung des heutigen Reliefs führten. Die Landschaft weist Erhebungen mit steilen felsigen Hängen aus dichten Quarziten auf mit relativen Höhen von 100 m, oder mehr hügelige Formen mit relativen Höhen von 20–50 m aus lockeren Gesteinen an der Oberfläche, oder noch mehr ausgeglichene Wälle von nur 3–6 m Höhe. Ebenso verschieden sind die Ablagerungen der

früheren Seen in den Ebenen, tonige oder sandige, bzw. kiesige Flächen bildend.

Bei einem 100 m hohen Quarzitabhang werden folgende Komplexe unterschieden: 1. mit Sträuchern (*Spiraea hypericifolia*, *Rosa spinosissima*, *Caragana balchasensis*, *Eurotia ceratoides*) im Bereich der oberen felsigen Standorte mit Vertiefungen; 2. mit *Artemisia*, *Festuca sulcata* und *Stipa*-Arten auf flachgründigen Böden an Hängen; 3. mit Wüstensteppen-Gesellschaften auf feinerdigen hellkastanienfarbigen Böden am fast ebenen Hangfuß; 4. mit Halophyten auf verschieden stark solonzierten Böden der ebenen vorgelagerten Flächen mit *Atriplex cana* und *Anabasis salsa*, aber letztere ebenfalls sogar auf Gipfflächen.

Zahlreiche Vegetationsprofile in der Originalarbeit erläutern die Verteilung der Vegetationskomplexe, die wir hier nicht bringen können. Auch müssen wir darauf verzichten, auf die Ökologie der einzelnen aufbauenden Arten einzugehen, die im Teil II des Werkes sehr genau beschrieben wird (Biokomplexe Untersuchungen in Kasachstan: Teil I: Pflanzengemeinschaften und tierische Bewohner der Steppen und Wüsten des Zentralen Kasachstans, 495 Seiten mit Vegetationskarten und -profilen; Teil II: Biokomplexe Charakterisierung der Zönosen-aufbauenden Arten der Pflanzendecke des Zentralen Kasachstans, Leningrad 1969).

3. Vegetationsverhältnisse der Turanischen Niederung

Die Wüstenvegetation der Turanischen Niederung wird zusammen mit der Südkasachstans von KOROVIN (1961) in einer großen Übersicht behandelt. Die turanischen Wüsten unterscheiden sich von den kasachischen klimatisch durch die Winterregen und die trockenen Sommer, d.h. die Regenverteilung entspricht mehr dem mediterranen Typus, aber die Winter sind immer noch kalt (Abb. 167 und Abb. 17); doch enthält die Flora vorwiegend turanisch-iranische Geoelemente, die zu den mediterranen tendieren. Dazu kommen viele turanisch-endemische Arten und Gattungen, z.B. in der Wüste Kysyl-Kum bis zu 30% aller Arten. Dagegen fehlen mongolische Geoelemente fast ganz im Gegensatz zu Kasachstan.

Die Besonderheit der Regenverteilung be-

dingt einen viel ausgeprägteren Frühlingsaspekt mit sehr zahlreichen Ephemerem im Vergleich zu Kasachstan mit einer gleichmäßigen Regenverteilung über das ganze Jahr. Eine scharfe Grenze zwischen den turanischen und kasachischen Wüsten besteht jedoch nicht.

Die turanischen Wüsten nehmen das ganze Gebiet zwischen der südlichen Hälfte des Kaspischen Meeres und den mittelasiatischen Gebirgen ein und erstrecken sich nach Süden bis über die afghanische Grenze. Das Ustjurt-Plateau im Westen ist der emporgehobene Boden des früheren Sarmatischen Meeres. Dagegen besteht die Kara-Kum aus nach der sarmatischen Zeit gebildeten Flußablagerungen, die dann vom Wind umgelagert wurden. Ihre Ostgrenze wird von dem Amudarja-Tal gebildet. Eine ausgezeichnete geographische Übersicht von dem Teil westlich des Flusses Amudarja findet man in einem Sammelband (Herausgeber V.N. KUNIN, 1955) mit einer ausführlichen Behandlung der geologischen Vergangenheit seit dem Tertiär, der heutigen Reliefgestaltung namentlich in den Sandgebieten (Wanderdünen, Sandrücken, Haufensande), der hydrologischen Verhältnisse (Oberflächenwasser, Grundwasser und dessen Salzgehalt) sowie der Wassergewinnung und der gegenwärtigen Nutzung.

In der turanischen Flora sind nach KOROVIN (1961/2) die Chenopodiaceen mit 246 Arten (16%), die Compositen mit 160 Arten (12%), die Leguminosen mit 148 Arten (9%) und die Cruciferen mit 96 Arten (6%) vertreten. Unter 5% bleiben die Liliaceen, Gramineen, Polygonaceen, Umbelliferen, Zygophyllaceen und die Plumbaginaceen (diese nur noch 1,7%).

Von monotypischen endemischen Gattungen werden angeführt: *Spiraeanthus*, *Niedzwedzkia*, *Borszczowia*, *Alexandra*, *Piptoptera*, *Londesia*, *Kirilowia*, *Hammada*, *Ormopterum*, *Schumannia*, *Soranthus*, *Iljinia*, *Sympegma*, *Chartoloma*, *Spirorrhynchus*, *Tetracmidon*, *Streptoloma*, *Otoceras*, *Lachnoloma*, *Cithareloma*, *Sprygina*. Der Endemismus in Mittelasien ist sehr ausgeprägt und wurde durch die umwälzenden Ereignisse im Spättertiär bedingt (intensive Gebirgsbildung, Zunahme der Aridität, Isolierung von Nachbargebieten).

Durch sehr zahlreiche Arten zeichnen sich folgende Gattungen aus: *Calligonum* 67, *Ammodendron* (Sect. von *Astragalus*) 26, *Zygophyllum* 31, *Anabasis* 20, *Salsola* s.l. 54, *Limonium* 22, *Tamarix* 16, *Suaeda* 22.

Der Vegetationsgliederung werden folgende Typen zugrunde gelegt (vgl. auch RODIN 1963):

1. Gipsophile Zwergstrauchvegetation,
2. Halophyten-Vegetation,
3. Psammophyten-Vegetation der Sandwüsten,
4. Wüsten mit nur ephemerer Vegetation,
5. Vegetation der Flußauen.

In der Wüste treten die Pflanzen gegenüber den Gesteinen zurück: oberirdisch geschlossene Gesellschaften fehlen, die Pflanzen stehen oft nur einzeln an günstigen Standorten. Zwar fehlt die Wurzelkonkurrenz nicht, aber die Verteilung der einzelnen Arten wird doch vor allem durch die lokal rasch wechselnden Standortsfaktoren bestimmt (Catena an Hängen, Wasser im Boden oft nur in kleinen Taschen oder Spalten, Versalzung stark wechselnd). Deshalb ist es meistens auch nicht möglich abgegrenzte Gesellschaften zu unterscheiden und zweckmäßiger die Gliederung der Vegetation nach der Gesteinsunterlage oder nach den Wasserverhältnissen vorzunehmen.

a) Gipsophile Zwergstrauchvegetation (Abb. 168)

Während des Tertiärs wurde die ursprüngliche Waldvegetation Mittelasiens durch zunehmend xerophilere Pflanzen verdrängt. Zugleich änderten sich auch die Verwitterungsprodukte, die zur Ablagerung kamen. Die vorher lateritischen Böden wurden gegen Ende des Oligozäns und in der ersten Hälfte des Miozäns durch solche mit einem hohen Gehalt an Gips, der in den Verwitterungsprodukten der Gebirge reichlich enthalten war, abgelöst. Das macht die weite Verbreitung der gipsophilen Vegetation verständlich.

Die Böden sind meist steinig und gehören dem Serosem-Typus an. Sie enthalten nur eine geringe Menge an leicht löslichen Salzen, aber oft schon in 15–20 cm Tiefe und noch mehr in 40–70 cm viel Gips. Zwar sind die Böden auch kalkreich, aber die Anwesenheit von Gips übt in den ariden Gebieten eine besonders starke Wirkung auf die Vegetation aus. Deshalb lassen sich nach KOROVIN in Mittelasien etwa 400 gipsophile Arten unterscheiden. Zu ihnen gehören die meisten endemischen Gattungen, die wir vorhin nannten, außerdem aber auch Arten der Gattungen *Zygophyllum*, *Limonium*, *Cleome*, *Reaumuria*, *Haplophyllum*, *Ferula*, *Dorema*, *Arthrophyllum*,

Anabasis, *Nanophytum*, und andere Zwergsträucher, bzw. Halbsträucher wie *Artemisia terrae-albae* oder *A. turanica*, die im Frühjahr vegetativ wachsen und nach einer Sommerpause im Herbst blühen und fruchten (in Mittelasien werden etwa 100 *Artemisia*-Arten unterschieden, fast alle aus dem Subgenus *Seriphidium*). Eine typische Art ist auch *Salsola laricifolia*, deren Zweigenden verdornen. Zu nennen wären außerdem *Caragana grandiflora*, *Convolvulus frutescens*, *Atraphaxis spinosa*, *Sophora griffithii*, *Ephedra distachya* und einige *Calligonum*-Arten. Dazu kommen etwa 100 annuelle Ephemeriden und 30 Geophyten, die auch als «Ephemeroide» bezeichnet werden (Abb. 171 u. 172). Besonders merkwürdig sind die mehrjährigen, aber hapaxanthen, oft über mannshohen Umbelliferen (*Ferula assa-foetida*, *F. ferulaeoides*, *Oedibasis apiculata*, *Muretia oeroilana*, *Hyalolaena turcomanica*). Zu der Gipswüste muß man auch die «Badlands» aus weichen salzhaltigen buntgefärbten tertiären Mergeln rechnen, auf denen sich nur wenige Arten vereinzelt ansiedeln können.

Auf plateauartigen Erhebungen der Kreide- und Tertiär-Formation ist vor allem die *Artemisia-Salsola*-Gesellschaft verbreitet. Dominant sind *Artemisia terrae-albae* sowie *A. kemrudica*, die 20–25 Jahre alt werden (auf steinigten Böden *A. turanica*) mit *Salsola rigida*, häufig auch *S. arbuscula* oder *S. laricifolia* und zwei *Aellenia*-Arten, *Arthrophytum* oder *Reaumuria* und 4 *Anabasis*-Arten. Die turanische Variante dieser Gemeinschaft ist deutlich floristisch von der kasachischen verschieden und artenreicher (auf 4000 ha wurden im Kysyl-Kum-Gebiet 70 Arten gesammelt). Im südlichen Kasachstan findet man diese Gemeinschaft vom Ustjurt im Westen bis zur Betpak-Dala-Wüste im Osten. Sehr verbreitet sind die Flechten (*Squamaria*, *Diploschistes*, *Psora*, *Aspicilia*, *Fulgensia*, *Collema*), dazu kommen einige Algen und das Moos *Tortula desertorum*.

In anderen offenen Gesellschaften dominiert *Nanophytum erinaceum* mit einer Deckung von 25–30%. Weiterhin wäre die *Artemisia*-Ephemeren-Wüste zu nennen oft mit *Poa bulbosa*, *Carex pachystylis*, *C. physodes* und anderen Annuellen sowie sommergrünen Arten. Dieser Wüstentypus ist im südlichen Teil Mittelasiens am Fuße der Gebirge verbreitet, wobei er beim Flacherwerden des Reliefs in Halophyten-Sümpfe und Takyre übergeht. Sobald die Böden sandiger

werden, treten oft mit hohem Anteil *Astragalus squarrosus* oder *Convolvulus hamadae* auf. Bei einer gewissen Solonzierung der Gipswüste stellt sich die *Hammada leptoclada*-Gesellschaft ein mit *Aellenia*, *Gamanthus*, *Halocharis*, *Salsola lanata*, *S. sclerantha*, *Halimocnemis* (alles Chenop.) u.a.

Häufig läßt sich beobachten, daß durch die Verwitterung und darauf folgende Ausblasung der Feinerde eine Anreicherung von Sand eintritt, so daß sich Psammophyten einstellen. Andererseits kann ein Vorherrschen von *Salsola*-Arten, die im Gewebe bis 3% Cl und 10% Na anreichern, mit der Zeit zu einer Verbrackung des Bodens und zum Eindringen von Halophyten führen.

b) Halophile Wüstenvegetation (Abb. 169)

Die Halophyten sind in Mittelasien durch viele Gattungen vertreten (Artenzahl in Klammern): *Salsola* (20), *Suaeda* (9), *Atriplex* (4), *Pandera* (2), *Camphorosma* (3), *Echinopsilon* (3), *Kochia* (2), *Kalidium* (3), *Halostachys* (1), *Halocnemum* (1), *Salicornia* (1), *Seidlitzia* (1), *Anabasis* (8), *Haloxylon* (1), *Petrosimonia* (10), *Halocharis* (3), *Halimocnemis* (2), *Halogeton* (2), *Zygophyllum* (14), *Tetradiclis* (1), *Nitraria* (3), *Limonium* (9), *Reaumuria* (3). Die Chenopodiaceen überwiegen unter den Halophyten stark.

Im Gegensatz zu diesen Chlorid-Halophyten stehen die der Sodaböden, die viel Na in den Geweben speichern (Alkali-Halophyten); sie sind weiter nördlich in Kasachstan häufig. Es sind folgende: *Anabasis salsa*, *Atriplex cana*, *A. ornata*, *Obione verrucifera*, *Ofaiston monandrum*, *Kalidium caspicum*, *K. foliatum*, *Nanophytum erinaceum*, *Camphorosma* spp., *Artemisia pauciflora*. Sie gehören nicht zu dem hier zu behandelnden Wüstentypus.

Die Böden der Halophytenwüste sind Takyre, Takyr-Seroseme und Solontschak-Böden.

Besonders charakteristisch sind die Bestände des Schwarzen Saksauls (*Haloxylon aphyllum*). Diese Art ist baumförmig und wird unter optimalen Bedingungen 14 m hoch mit einem Stammdurchmesser von 1 m. Sie kann sehr dichte, undurchdringliche Bestände bilden, die jedoch infolge der Blattlosigkeit der Bäume sehr licht sind (Beleuchtung am Boden 50% des Tageslichts). Trotzdem fehlt ein Unterwuchs; die Böden sind nackte Takyre, aber in wenigen Metern Tiefe ist immer Grundwasser vorhanden.

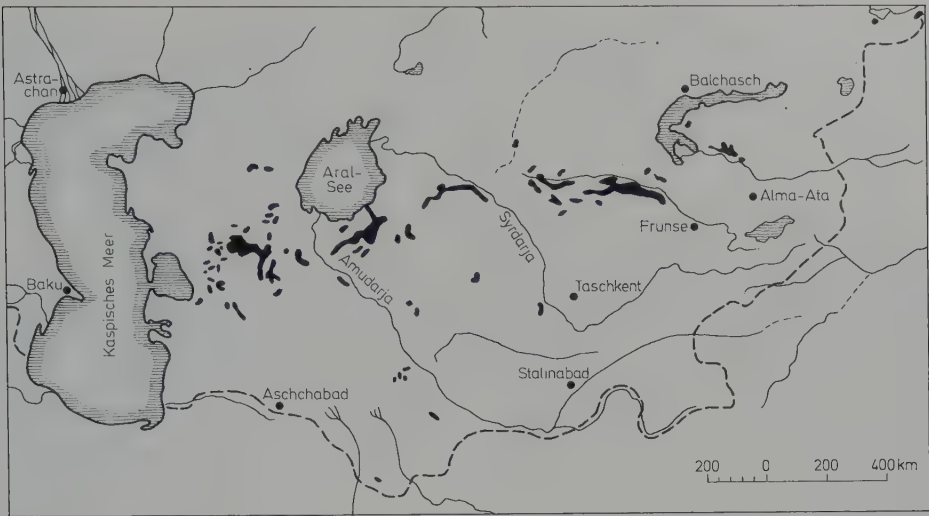


Abb. 181. Verbreitung von ausgedehnten *Haloxylon aphyllum*- bzw. *H. ammodendron*-Beständen in Mittelasien (aus Descr. Veget. URSS).

den, das von den Wurzeln des Saksauls erreicht wird. Sämlinge von *Haloxylon aphyllum* sollen in einem Jahr eine Pfahlwurzel von 2,8 m bilden.

Am Fluß Tschu ist ein Bestand dieser Baumart von 600000 ha vorhanden; größere Bestände findet man auch am Fluß Amudarja, in dem nördlichen Kysyl-Kum und Mujun-Kum, also meist in alluvialen Ebenen. Diese Saksaul-Wälder spielen als Brennholzlieferanten eine große Rolle und wurden stark ausgebeutet, z.T. vernichtet (Abb. 181).

In anderen Halophyten-Gesellschaften dominieren bis 40 cm hohe Zwergsträucher wie *Salsola gemmascens*, die ebenfalls reine Bestände bildet, aber auch gemischt mit bis zu 20 Arten (alle nur vereinzelt) vorkommen kann. Ähnlich verhält sich *Salsola rigida*.

Um Salzpfannen herum findet man die übliche Zonation aus *Halocnemum strobilaceum*, *Salicornia* (im SE-Kara-Kum auch *Seidlitzia*), dann *Suaeda*-, *Salsola*-Arten u.a. (vgl. S. 244).

Die eigentlichen Takyre sind vegetationslose oder nur von einer Haut aus Algen bedeckte Flächen (RODIN, 1954). Sie entstehen dort, wo die von den Gebirgen im Frühjahr herabkommenden Gewässer auf tonigen Flächen in der Wüste auslaufen. Wenn diese Tonböden einige Zeit wenige cm mit Wasser überstaut bleiben, entwickelt sich eine reiche Algenvegetation, die hauptsächlich aus Cyanophyceen (*Micro-*

coleus, *Phormidium*) besteht; die etwas höheren befeuchteten, aber nicht überschwemmten Flächen werden dagegen von Flechten (*Collema*, *Psora*, *Fulgensia*) bewachsen (vgl. H. WALTER 1968, S. 749–752).

c) Psammophile Gesellschaften der Sandwüsten

Die Flora der Sandwüsten umfaßt 350 Arten, darunter 56% endemische. Obgleich der Jahresniederschlag im südlichen Teil zwischen 24 mm und 172 mm schwankt, ist die Vegetation, abgesehen von den Wanderdünen, oft so dicht, daß man nicht den Eindruck einer Wüste hat, zumal baumförmige Arten verbreitet sind, wie z.B. der 7–8 m hohe Weiße Saksaul (*Haloxylon persicum*) oder das noch 6 m hohe *Ammodendron conollyi* (Leg.), ebenso die 7–8 m erreichenden *Calligonum eriopodum* und *C. arborescens* (Polygon.) oder die 3 m hohen *Salsola richteri* sowie *S. paletzkiana*. Größer ist die Zahl der nicht über 1 m hinauswachsenden strauchartigen Formen (*Calligonum* spp., *Eremosparton* spp., *Ephedra strobilacea* sowie *E. lomatolepis*, *Astragalus* spp. aus der Sect. *Ammodendron* u.a.; Abb. 170).

Zahlreich sind die Therophyten (insgesamt 143 Arten, davon 98 Frühjahrsephemeren). Sie sind auf die unbeweglichen Sandflächen beschränkt. In der südlichen Kara-Kum keimen viele von ihnen im November–Dezember bei



Abb. 182. *Carex physodes* fruchtend bei Repetek in der Kara-Kum (Foto M.P.PETROV).



Abb. 183. *Haloxylon persicum*-*Carex physodes*-Assoziation in der zentralen Kara-Kum (Foto M.P.PETROV).

7–12° C, wenn die oberen Bodenschichten feucht sind. Auch die ephemeren Geophyten oder Ephemeroiden sind mit 31 Arten vertreten; zu ihnen gehören *Carex physodes*, *Poa bulbosa*, 8 *Allium* spp., 4 *Gagea* spp., 2 *Eremurus*, 2 *Iris*, 2 *Tulipa*, 2 *Rheum*, *Leontice*, *Dorema*, 4 *Ferula* spp., *Cistanche* (auf *Calligonum*), *Orobanche* u. a. Ihre Vegetationszeit umfaßt ebenfalls nur 1,5–2,5 Frühlingsmonate.

Carex physodes ist wegen ihres Massenvorkommens von besonderer Bedeutung (Abb. 182). Auf Flugsand stellt sich *Aristida karelini* ein; sie verträgt das Zuwehen und wächst wieder aus dem Sand heraus. Auch *Tournefortia sogdiana* und *Heliotropium arguzioides* siedeln sich auf Wanderdünen an, tragen aber zur Befestigung des Sandes kaum bei. Der größte Teil der Sandflächen in der Wüste ist unbeweglich, besitzt



Abb. 184. *Haloxylon aphyllum*-Gehölz im SE der Kara-Kum mit Psammophyten-Unterwuchs (Foto M.P. PETROV).

jedoch ein schwach hügeliges Relief (Höhe 3–6 m, Länge bis 15, selten 30 m). Folgende Gesellschaften werden unterschieden:

1. *Haloxylon persicum*-*Carex physodes*-Assoziation, wobei *Haloxylon* meist nur 3–4 m hoch wird; seine Dichte beträgt maximal 175 Exemplare pro Hektar (Abb. 183). Dazu kommen die hohen *Calligonum*- und *Salsola*-Arten, 2 *Eremosparton*- und 2 *Ammodendron*-Arten sowie die niedrige *Artemisia eriocarpa*. Sehr zahlreich sind die meist ephemeren Kräuter: *Carex physodes* (30% Deckung), *Poa bulbosa*, *Bromus tectorum*, *Schismus arabicus*, *Eremopyrum* (*Agropyrum*) *orientale*, *E. triticeum*, verschiedene *Astragalus* spp., *Meniocus*, *Malcolmia*, *Isatis*, *Scorzonera*, *Matricaria* u.a. Weitere Arten sind Sommerkräuter. Die Artenzahl eines Bestandes ist meist 15–30.

2. *Calligonum*-*Carex physodes*-Assoziation ohne hohe Holzarten. Außer 12 *Calligonum* spp. kommen *Ephedra* und *Atraphaxis* mit großer Stetigkeit vor und *Carex physodes* wächst sehr dicht (bis 400 Sprosse/m²).

Die Verteilung der Pflanzenarten auf den mehr offenen Sanddünen wurde bei WALTER 1968 auf S. 757ff. behandelt.

Die als Barchane ausgebildeten Wanderdünen sind ganz vegetationslos. Ihre Entstehung ist meist auf die Zerstörung der natürlichen Pflanzendecke durch Überbeweidung zurückzuführen; denn die Sandwüsten sind ein wichtiges, das ganze Jahr hindurch ausnutzbares Weidegebiet vor allem für Schafherden.

In Tälern, die bis zum anstehenden tonigen Boden reichen, sind Takyte ausgebildet, auf denen bei hohem Grundwasserstand Halophyten wachsen. Oft kommt eine komplexe Vegetationsanordnung von Psammo- und Halophyten zustande (Abb. 184). Durch die Beweidung können auch sekundäre Unkraut- und Ruderalgesellschaften entstehen.

d) Wüsten nur mit Ephemeren-Vegetation

Die *Carex pachystylis*-Gesellschaft wurde zuerst für die 225–360 m NN hohe Lößebene



Abb. 185. Lehmige Ephemerer-Wüste im SW-Turkmenistan (Foto M. P. PETROV).

Mirsatschul beschrieben; sie ist jedoch auch ganz im Süden verbreitet und greift nach Afghanistan über (FREITAG 1971). Mitte April sind *Carex pachystylis* und *Poa bulbosa* voll entwickelt; sie bilden einen dichten Rasen, in den viele andere Ephemerer eingestreut sind, sowohl annuelle als auch Geophyten (Abb. 185).

Von Annuellen seien genannt: die Cruciferen *Draba verna*, *Alyssum desertorum*, *Hymenolobus procumbens*; die Caryophyllaceen *Holosteum umbellatum*, *H. glutinosum*, *Arenaria leptoclados* u.a.; die Papilionaceen *Astragalus filicaulis*, *A. campylorhynchus*, *Trigonella* spp.; die Gramineen *Agropyrum buonapartii*, *Bromus macrostachys*, *Phleum paniculatum*. Ihre Vegetationszeit ist 2–2½ Monate (Abb. 171).

Geophyten sind: *Geranium tuberosum*, *Eranthis longistipitata*, *Scorzonera tuberosa*, *Ixiolirion tataricum*, *Bunium capusii*, *Ranunculus severzovii*, *Gentiana olivieri*, *Gagea*- und *Tulipa*-Arten, außerdem die mehrjährige hapaxanthe *Ferula assa-foetida* u.a. (Abb. 172).

Carex pachystylis dominiert und deckt 75–80% der Fläche (bis 4000 Ausläufer/m²); auch *Poa bulbosa* ist stark vertreten und kann bei leichter Verbrückung sogar *Carex pachystylis* verdrängen. Schon Anfang Mai ist die Vegetation abgestorben, nur *Diarrhizon vesiculosum* (Thymel.) und *Aphanopleura capillifolia*, zwei stenohydre Arten mit Pfahlwurzeln, bleiben etwas länger am Leben (BRECKLE 1971).

Die Wurzelmasse ist bei dieser Gesellschaft auf die oberen 20 cm des Bodens beschränkt, ganz wenige Arten (0,5%) wurzeln etwas tiefer;

denn der Boden wird infolge der hohen Feldkapazität des Lösses nur wenig tief befeuchtet. Ende Mai haben die Pflanzen alles Wasser verbraucht, so daß es für Zwergsträucher unmöglich wäre, den Sommer durchzuhalten (Abb. 173 und 185).

Die Zahl der Arten in der Ephemerer-Wüste beträgt 45–50, aber auf einer Fläche von 10 m² kommen meist nur 10–15 Arten vor, jedoch mit einer sehr hohen Individuenzahl. So wurden um Taschkent auf einem Quadratmeter 1060 Exemplare von *Festuca myuros*, 545 von *Arenaria serpyllifolia*, 257 von *Galium tenuissimum*, 138 von *Aegilops triuncialis* und 42 von *Gentiana olivieri* gezählt.

Als Beispiel bringen wir folgende Bestandesaufnahme:

5 *Carex pachystylis*, 4 *Poa bulbosa*, 3 *Ranunculus severzovii*, 2 *Malcolmia turkestanica*, 2 *Ixiolirion tataricum*, 1 *Gagea stipitata*, 1 *G. reticulata*, + *Holosteum umbellatum*, + *Veronica campylopoda*, 1 *Ferula assa-foetida*, 1 *Haplophyllum pedicellatum*, 1 *Ziziphora tenuior*, 1 *Leptaleum filifolium*, 1 *Bunium capusii*.

Kaum merkliche Senken, in die das Wasser nach Regen fließt, neigen zu einer leichten Verbrückung, die sich sofort in einer veränderten Zusammensetzung der Pflanzendecke äußert. *Carex* verschwindet, *Poa* hält sich länger, salzunempfindliche Arten treten hinzu (*Psylliostachys spicata*, *Lepidium perfoliatum*, *Spergularia marginata*, *Aizoon hispanicum*, *Salsola crassa*, *S. carinata*, *S. turkestanica* u.a.). Bei stärkerer Ver-



Abb. 186. Vegetationsprofil durch die Gebirgs-Ephemerenwüste mit einigen ausdauernden Arten (nach KOROVIN): 1 *Carex pachystylis*, 2 *Poa bulbosa-vivipara*, 3 *Ranunculus pinnatisectus*, 4 *Scaligeria alloides* (Umbell.), 5 *Haplophyllum perforatum* (Rutac.), 6 *Phlomis thapsoides* (Lab.), 7 *Ixilirion tataricum* (Amaryll.), 8 *Gentiana olivieri* und *Eremostachys labiosa* (Lab.) in der Mitte ohne Zahl.

brackung infolge eines hohen Grundwasserstandes stellen sich *Aeluropus litoralis* und andere mehrjährige Halophyten ein, so daß eine mosaikartige, komplexe Struktur entsteht.

Sehr ähnlich ist die Ephemeren-Wüste auf den mit Löß bedeckten Hängen in den Vorbergen der mittelasiatischen Gebirge (als «Adyr» bezeichnet). Allerdings kommen einige neue Arten dazu: Die Geophyten *Valeriana chionophila*, *Anemone petiolulosa*, *Euphorbia rapulum* oder einige den Sommer durchhaltende Arten, die tiefer wurzeln; denn der Jahresniederschlag überschreitet hier meist 300 mm. Es kommt zu einer gewissen Schichtung der Wurzelsysteme (Abb. 186). Im nördlichen Teil sind es *Artemisia*-Arten, im südlichen Teil Mittelasien insbesondere *Cousinia*-, *Astragalus*-, *Psoralea*-, *Haplophyllum*-, *Convolvulus*-, *Phlomis*-Arten u.a. Sie alle besitzen ein tiefes Wurzelsystem und können das Wasser aus einer Tiefe von 2 m entnehmen; die Wurzeln von *Alhagi camelorum* reichen bei guter Durchfeuchtung sogar 20 m tief. Doch überwiegen die annuellen Ephemeren noch stark. Besonders auffallend sind die Wüsten mit den hapaxanthen *Ferula assa-foetida* und *Dorema aitchisonii*, 2 m hohen Umbelliferen, die erst im Alter von 6–7 Jahren zur Blüte gelangen.

Auf diesen Vorbergen, 6 km von Taschkent entfernt, hat MARKOVA (1973) die Entwicklung

von 80 annuellen Ephemeren untersucht. Nur im Frühjahr keimen *Aristida adscensionis* und *Tribulus terrestris* (adventive tropische Arten), nur im Herbst *Eremopyrum hirsutum* und *Hordeum leporinum* (bei Frühjahrsaussaat blühen sie nicht). Alle anderen keimen zwar meist im Spätherbst, sobald der Boden genügend feucht ist, aber sie blühen auch bei Aussaat im Frühling. Die Entwicklung der Ephemeren hängt von der Wasserversorgung ab; ist diese gut, dann wird die Entwicklung verlängert, die Blüte tritt später ein, aber hält oft länger an, weil sich sekundäre Blütenprosse bilden.

Nur geringe Unterschiede weisen die Ephemeren-Gesellschaften in der Lößzone der nördlichen Vorberge des Hindukuschs in Afghanistan auf (Abb. 208). FREITAG nennt folgende Arten: *Carex stenophylla*, die *C. pachystylis* nahe steht, *Poa bulbosa*, *Cousinia alata*, *Psoralea drupacea* (Überweidungszeiger), *Astragalus* spp., die Geophyten *Merendera robusta* (auch in Mittelasien), eine andere Art von *Eminium*, *Gagea* spp. und dieselben Annuellen, nur einige durch andere Arten derselben Gattung ersetzt.

Auch die Psammophytenwüste unterscheidet sich in Afghanistan kaum von der mittelasiatischen. Das gilt sowohl für den nördlichen Teil, wo die Kara-Kum-Wüste direkt auf afghanisches Gebiet übergreift, als auch für den Süden

des Landes mit der großen Sandwüste von Registan.

Nur in der südöstlichen salzreichen Gipswüste Afghanistans gesellen sich zu den mittelasiatischen Geoelementen schon einige saharische hinzu, wie z.B. *Haloxylon salicornicum*, *Fagonia*, *Tribulus* u.a.

e) Auenvegetation in den Wüstengebieten

Der Auenwald in den Flußtälern Mittelasien wird als «Tugai» bezeichnet, die Hochstauden-Vegetation daselbst als «Dshengil», die jungen alluvialen Flächen als «Ka-ir», die Wiesen als «Sasan» und die Inseln im Fluß als «Adak».

Die Auenwälder begleiten in der Wüste alle größeren Flußläufe, soweit sie nicht durch den Menschen abgeholzt wurden. Sie sind an süßes Grundwasser gebunden und werden jährlich zweimal überflutet – im Frühjahr und im Sommer, wenn der Schnee im Hochgebirge taut. Floristisch sind sie relativ arm.

Der wichtigste Baum der Auen ist *Populus diversifolia*, beigemischt ist *P. pruinosa*. Auch die iranische Art *P. ariana* kommt vor und im Einzugsgebiet des Balchasch-Sees findet man *P. litwinowiana*. Alle diese Arten gehören zur Untergattung *Turanga*. Von den echten Pappeln wäre nur *Populus macrocarpa* für das Naryn-Tal zu nennen (zusammen mit *Fraxinus potamophila*).

Eine wichtige Rolle spielt *Elaeagnus oxycarpa* im nördlichen Teil, ebenso *E. turcomanica* im südlichen. Zu den Sträuchern gehören 15 *Tamarix*-Arten, in den Auen vor allem *T. ramosissima*, *T. laxa* und *T. hispida*. Die Gattung *Salix* ist durch 12–15 Arten vertreten; die häufigsten sind *S. blakii*, *S. wilhelmiana*, *S. songarica*, *S. australior* und *S. euapiculata*. Unter kleineren Sträuchern wären anzuführen: *Halimodendron halodendron*, *Lycium ruthenicum*, *L. turcomanicum*, *Halostachys caspica*. Dazu kommt als Begleiter der Auen der früher genannte Schwarze Saksaul (*Haloxylon aphyllum*).

Die Kräuter sind durch 68 Arten vertreten. Die wichtigsten sind die großen Gräser *Erianthus purpurascens*, *Saccharum spontaneum*, *Imperata cylindrica*, *Sorghum halepense*, *Arundo donax*, *Phragmites communis*, *Calamagrostis* spp., *Elymus multicaulis* sowie die niedrigen Gräser *Cynodon dactylon*, *Aeluropus litoralis* sowie verschiedene *Juncus*- und *Carex*-Arten und *Typha pallida*; von Dicotylen sind besonders weit verbreitet

Glycyrrhiza glabra und stellenweise *Alhagi*, *Cynanchum*, *Clematis orientalis* u.a.

Die Verschiedenartigkeit der Auen ist sehr groß: Neben Wäldern hat man im Tugai Gebüsche aus *Salix*, *Tamarix* und *Halimodendron*, im Dshengil *Glycyrrhiza*, *Alhagi*, die großen Gräser, ebenso wie im Sasan Rasen von *Cynodon* und *Aeluropus*. Die Vegetation ist sehr dynamisch und ständig in Veränderung begriffen. Bleiben die Überflutungen aus, so tritt bei hohem Grundwasserstand leicht Verbrackung ein. Auf die ökologischen Verhältnisse wird in WALTER 1968 auf S. 767–771 (vgl. auch S. 784–787) hingewiesen.

Eine sehr große Rolle spielen in Mittelasien die großen künstlich bewässerten Oasen mit ihrem Baumwollanbau sowie den Getreide-, Obst- und Gemüsekulturen. Die Vegetation ist eine vollkommen anthropogene. Die Oasen sind z.T. an die Stelle der Auen getreten oder sie entnehmen den Flüssen so viel Wasser, daß die Auen verbracken bzw. ganz verschwinden.

Aus der Wüstenzone von Süd-Kasachstan und der Turanischen Niederung erheben sich im östlichen Teil, der an Zentralasien grenzt, die Mittelasiatischen Gebirge. Auf sie wollen wir deshalb anschließend eingehen.

4. Die Mittelasiatischen Gebirge

a) Allgemeine Übersicht

Die Mittelasiatischen Gebirge bilden eine äußerst komplexe Einheit, die man 3 Gebirgssystemen zurechnen kann (Abb. 187): a) dem Tjanschan-, b) dem Pamiro-Alai- und c) dem Turkmeno-Churasan-System.

Das letztere greift nach Mittelasien nur mit dem nördlichsten Rande herein – über den Kopet-Dag, der von den beiden anderen Systemen isoliert ist und auf einer Strecke von etwa 500 km die Grenze zum Iran bildet; orographisch ist er mit dem Elburs im Iran verbunden. Seine mittlere Höhe beträgt nur 1000 m NN. Geologisch gehören zum Kopet-Dag auch die von ihm durch eine Ebene getrennten Großen und Kleinen Balchane und südöstlich vom Fluß Tedshen schließt sich an den Kopet-Dag im Grenzgebiet mit dem Iran die 979 m hohe Erhebung Bachdys («Wehende Winde») an mit den Wasserscheiden der nach Norden fließenden Tedshen, Murgab und Kuschka.



Abb. 187. Karte der Kammlinien von Mittelasiatischen Gebirgen, die im Text erläutert werden. Grau getönt = Beckenlandschaften (I Fergana-, II Naryn-, III Issyk-Kul- und IV Ili-Becken). In Anlehnung an KOROVIN.

Das ausgedehnte Pamiro-Alai-System nimmt den ganzen Südosten Mittelasiens ein; zu ihm gehört auch Pamir mit über 7000 m NN hohen Gipfeln, auf den wir jedoch erst im Anschluß an Tibet zurückkommen werden. Vom Tjanschan ist dieses System durch das Fergana-Becken getrennt. Zu Mittelasien gehören nur die nördlichsten Gebirgsrücken: Direkt nach Westen verlaufen (Reihenfolge von N nach S) der Turkestanische (bis Samarkand), der Serawschanische (endet südlich von Samarkand), der Hissarische Gebirgsrücken und einige weitere mit mehr südwestlicher Richtung. Nach Osten ausgerichtet sind der Alai- (südlich von Fergana) und der Trans-Alaische Hochgebirgsrücken, der im Süden direkt an Pamir grenzt. Das Alaische Gebirge bildet die direkte Fortsetzung des Turkestanischen Rückens nach Osten. Die Steilheit dieser Gebirge hängt ganz von den sie aufbauenden Gesteinen ab: Schiefer bilden ein ausgeglichenes Relief, Kalkgesteine dagegen ein sehr schroffes. Der Turkestanische und Seraw-

schanische Gebirgsrücken fallen steil nach Süden ab, der Hissarische nach Norden.

Alle Gebirge nördlich vom Fergana-Becken faßt man zum Tjanschan-System zusammen nach Norden bis einschließlich den Tarbagatai, der zum Altai überleitet. Im Zentralen Tjanschan werden Höhen von über 7000 m NN erreicht. Zu ihm gehören mit östlicher Richtung der Hochgebirgsrücken Kungei-Alatau nördlich vom See Issyk-Kul und südlich von diesem der Terskei-Alatau; in südwestlicher Richtung verläuft der Kokscha-Alatau. Die Westgrenze des Zentralen Tjanschan bildet der Fergana-Rücken, der das Fergana-Becken von dem Naryn-Becken trennt. Charakteristisch für dieses Gebirgsland sind breite Täler und in 3500–4000 m NN liegende Hochebenen als «Syrt» bezeichnet, über die sich die Berge nur noch wenig erheben. Dadurch entsteht am Oberlauf der Syrdarja eine Landschaft, die Ostpamir gleicht mit langsam strömenden Flüssen in kaum eingeschnittenen Betten. Es handelt sich um ein Ge-



Abb. 188. Gebirgssteppen in ca. 3500 m NN zwischen dem Alai- und dem Transalai-Gebirgsrücken mit *Stipa kirghisorum* (Foto O. V. SALENSKI und E. M. LAVRENKO).

birge, das durch Blockhebung entstand, während die anderen mit steilem Relief gefaltet sind.

Der westliche Tjanschan, auch Äußerer genannt, besteht aus dem Talassischen Alatau, von dem viele parallele Gebirgszüge nach Südwesten in der Richtung auf Taschkent abgehen; dabei nehmen sie von 4000 m NN ständig an Höhe ab und werden schließlich zu niedrigen, mit mächtigen Lösschichten bedeckten, flachen Rücken, die man «Adyr» nennt. Als Nördlicher Tjanschan werden der Kirgisische Gebirgsrücken (Fortsetzung des Kungei-Alatau westlich vom Issyk-Kul), der Transilische (südlich von Alma-Ata) und der Dsungarische Alatau mit Tarbagatai zusammengefaßt. Auch diese Rücken erreichen 4000 m NN oder überschreiten sie noch. Oft herrscht ein stufenförmiger Aufbau vor. Zwischen dem Kungei-Alatau und dem Dsungarischen Alatau liegt das Ili-Becken, durch das der Ili aus der Dsungarei in den Balchasch-See fließt. Im Norden wird der Dsungarische Alatau durch eine breite Ebene mit dem Alakol-See vom Tarbagatai-Gebirge getrennt. Zwischen letzterem und dem schon sibirischen Altai-Gebirge befindet sich das Saissan-See-Becken, das vom Oberlauf des Irtysch durchflossen wird (Abb. 241).

Der Östliche Tjanschan erstreckt sich weit in die Dsungarei, trennt diese vom Tarim-Bekken und erreicht mit den letzten niedrigen Ausläufern gerade noch die Mongolei und Gobi-Wüste.

Diese sehr schematische Darstellung sollte zeigen, wie kompliziert das gesamte Gebirgsland ist, was sich auch in der großen Mannigfaltigkeit der klimatischen Verhältnisse und dementsprechend in der Vegetations- und Höhenstufen-Gliederung widerspiegelt. Denn diese Gebirge liegen um den 40. Breitengrad, d. h. in einem Bereich, der sich im ariden Klima durch besonders starke Expositionsunterschiede auszeichnet (C. TROLL 1972). Die Ursachen, auf die TROLL hinweist, sind :1. der sehr geringe Anteil der diffusen Strahlung (trockene Luft, klarer Himmel), die z. B. auf dem Mt. Evans (Colorado) in 4335 m NN im Sommer nur 0,05% der Gesamtstrahlung ausmacht, und 2. die besonders starke Einstrahlung im Sommer an Südhängen; denn auf dem 40° N steht die Sonne im Juni-Juli um die Mittagszeit nur etwa 20° vom Zenit entfernt, so daß ihre Strahlen auf Südhänge mit geringer Neigung, fast senkrecht fallen. Die Folge ist, daß in dieser Breitenlage die Höhenstufenfolgen in den Gebirgen an Süd- und Nord-

hängen ganz verschieden sind, sich also oft nicht entsprechen, z. B. Wälder meist nur an Nordhängen vorkommen. Es ist deshalb sehr schwierig ein klares Bild von den tatsächlichen Verhältnissen zu entwerfen.

VYCHODZEV (1956) hat Höhenstufenfolgen jeweils für die Nord- und Südhänge von 18 Gebirgsrücken zusammengestellt, wobei er betont, daß es in Mittelasien keine zwei Gebirge mit gleichen Höhenstufenfolgen gibt, ja daß selbst benachbarte Gebirge starke Unterschiede aufweisen können, ganz abgesehen von Expositionsunterschieden bei Nord- und Südlagen. Trotzdem stellt er 7 Haupttypen auf, von denen der Alai- und der Ost-Fergana-Typus keine Waldstufe, sondern an ihrer Stelle Gebirgssteppen aufweisen (Abb. 188). Beim Typus der zum Tschu-Fluß abfallenden Gebirge sind in 1200–2000 m Höhe lichte Bestände von wilden Obstbäumen vorhanden und darüber inmitten von Grassteppen mit Gebüsch und *Juniperus*-Beständen auch solche mit *Sorbus turkestanica*. Bei den Gebirgen des Zentral-Tjanschans um den Issyk-Kul und denen des Nord-Tjanschans ist bereits eine Fichtenwaldstufe (*Picea schrenkiana*) mit niederliegendem *Juniperus* am Nordhang gut ausgebildet. Die an Baumarten reichsten Höhenstufen sind jedoch beim Nord-Fergana-Typus und beim West-Tjanschan-Typus zu verzeichnen. Wir bringen als Beispiel einige von diesen Typen in vereinfachter Form, wobei wir die Stufen in der Reihenfolge von unten nach oben mit Angaben der absoluten Meereshöhe (m NN) nennen:

Zentral-Tjanschan-Typus

- 1700–2200 m Halophyten-Wüste und *Artemisia*-Halbwüste in Tälern.
- 1750–2500 m Stufe der *Caragana*-Gebüsch, der *Artemisia-Stipa*-Halbwüste und der *Artemisia-Festuca*-Trockensteppe.
- 2000–2500 m Stufe der Komplexe: Wiesensteppe und *Caragana* auf steinigten Hängen.
- 2300–3000 m Stufe der *Picea schrenkiana*-Wälder mit spalierförmigem *Juniperus* und *Caragana*-Arten an der oberen Grenze.
- 3000–3500 m Stufe der subalpinen *Phlomis*-Wiesen (Abb. 189) der Hochgebirgssteppen, der *Juniperus*-Spaliere und der *Caragana*-Gebüsch.
- 3500–4000 m Alpine Stufe der Steppen und alpinen Matten mit *Kobresia*, *Helictotrichon*, *Dryas* u. a.

3800–7000 m Nivale Stufe mit Gletschern und Firnflächen.

Nord-Fergana-Typus (besonders kompliziert)

- 700 m Fergana-Ebene mit Bewässerungskulturen (früher eine Ephemerer-*Artemisia*-Wüste).
- 700–1200 m Stufe der *Artemisia*-Ephemerer-Halbwüste mit lokal auftretender *Pistacia vera* und *Amygdalus* spp.
- 1000–2000 m *Andropogon*-Steppen, auf steinigten Böden *Pistacia vera*, *Amygdalus* u. a. sowie *Convolvulus* und viele Labiaten.
- 1200–2200 m Stufe der südlichen Wiesensteppen mit Großumbelliferen (*Prangos*, *Ferula*), Ephemerer und Gebüsch aus *Rosa* spp., *Exochorda*, *Cerasus*, *Spiraea* und *Berberis*.
- 1800–2800 m Stufe der Walnuß- und Wildobst (*Malus*, *Prunus*)-Wälder, sowie *Acer*- und *Juniperus*-Wälder mit Gebüsch aus *Rosa*-, *Lonicera*- und *Berberis*-Arten, Hochstauden-Wiesen mit *Ligularia* sowie hohe Wiesensteppen.
- 2500–3000 m Stufe der *Picea schrenkiana* und *Picea-Abies semenovii*-Wälder mit Gebüsch (*Rosa*, *Lonicera*, *Berberis*), Hochstaudenwiesen und hohen Wiesensteppen.
- 3000–3500 m Subalpine Wiesen (*Phlomis*, *Geranium*, *Iris*) und Wiesensteppen.
- 3500–4500 m Gletscher und Firnflächen mit Schneetälchen an der unteren Grenze, sowie vereinzelt Pflanzen auf Gipfeln und Schutthalden.

Ähnlich ist die Stufenfolge im Westlichen Tjanschan, aber in der Steppenstufe (1000–1500 m) kommen *Eremurus*- und *Cousinia*-Arten vor, während *Prangos* und *Ferula* nicht nur in der Steppenstufe unterhalb der Walnuß-Wildobst-Wälder, sondern auch in den Wiesensteppen der Fichten-Tannenstufe in 2500–3000 m auftreten zusammen mit *Tragacantha-Onobrychis*-Igelpolstern auf steinigten Böden.

Die Laub- und Nadelwaldstufen in den beiden letzten Fällen deuten auf höhere Niederschläge in diesen Höhenlagen hin, doch liegen keine Messungen aus den entsprechenden Gebirgen vor.

Im trockenen Serawschan-Tal tritt eine solche Zunahme der Niederschläge mit der Höhe nicht ein. Es wurden in etwa 1000 m NN 300 mm im Jahr gemessen, in 1500 m NN nur 220 mm und in 2700–2800 m NN rund 280 mm.

Wo jedoch Waldstufen vorhanden sind, kann



Abb. 189. Subalpine *Phlomis oreophila*-Wiesen (2400 m NN) im Kirgisischen Gebirge (Foto V.N. PAVLOV, Univ. Moskau).

man mit 500–1000 mm Regen rechnen. Es sind oft rein lokale aufsteigende Winde, die z.B. im NW und NE des Fergana-Beckens eine Ausbildung von Waldstufen ermöglichen, während diese im Süden des Beckens fehlen. Dagegen scheinen alle zum Issyk-Kul-Becken abfallenden Gebirgshänge in 2300–3000 m NN viel Regen zu erhalten, weil die Fichte in dieser Höhenlage waldbildend auftritt. Selbst die heiße trockene Luft der Wüsten enthält so viel Wasserdampf, daß er beim raschen lokalen Aufstieg der Luftmassen in große Höhen infolge starker Abkühlung kondensiert wird und Regenfall auslöst.

Nach dieser kurzen allgemeinen Übersicht

soll die Vegetation einiger genauer untersuchter Gebirge besprochen werden.

b) Die Vegetation der ariden Gebirge ohne Waldstufe

Die Vegetation und die Höhenstufenfolgen im trockenen nordwestlichen Talass-Alatau (Westl. Tjanschan) hat KULTIASOV (1955) beschrieben, die des Turkestanischen Gebirges (Pamiro-Alai-System) AFANASJEV (1956).

Der **Talass-Alatau** erreicht eine Höhe von über 4000 m NN und hat einige das Jahr über nicht abtauende Schneefelder und kleine Glet-

scher, so daß alle Höhenstufen bis in die nivale vertreten sind. Der Südhang ist bedeutend steiler als der Nordhang. In mittleren Höhenlagen sind Quellen vorhanden, die durch das Wasser vom tauenden Schnee und Eis gespeist werden. Am Fuße dehnt sich die Wüste aus, Mujun-Kum im Norden und Kysyl-Kum im Westen. Die Jahresniederschläge sind gering, 21% derselben fallen im Winter, 42% im Frühjahr, nur 13% im Sommer und 24% im Herbst. Die Temperaturschwankung erreicht absolut 66° C, wobei die Sommer mit bis 36° C heiß und trocken (Luftfeuchtigkeit 13%) sind.

Der Talass-Alatau ist im besonderen Maße den trockenen Wüstenwinden ausgesetzt. Die orographische Schneegrenze liegt über 2000 m, aber selbst in 3500 m ist noch keine geschlossene Schneedecke vorhanden. Der Schnee bleibt im August nur an Nordhängen und im Schatten von Felsen liegen.

Die Höhenstufenfolge von unten nach oben ist folgende: 1. Ephemerer-Wüste, 2. krautreiche Steppen mit einzelnen Sträuchern, 3. *Juniperus*-Baumfluren, 4. subalpine Stufe mit *Prangos*- und *Ferula*-Arten, 5. alpine Steppen. Eine Waldstufe fehlt, denn in 1700–2000 m NN wächst zwar der baumförmige *Juniperus semiglobosa*, doch stehen die Bäume einzeln oder höchstens in sehr lichten Beständen.

Die Verhältnisse in etwa 3000 m NN werden folgendermaßen beschrieben:

Hochgebirgssteppe an einem 30° geneigten Nordwesthang

Bodenprofil (nur untere Grenze der Horizonte wird angegeben)

A ₀ 2–3 cm	Steppenfilz
A ₁ 10–12 cm	dunkelgrau-bräunlich, locker krümelig, lehmig, stark durchwurzelt
B ₁ 35–40 cm	grau-bräunlich, dicht
B ₂ 80–100 cm	bräunlich-grau, weißliche Kalkausblühungen, stark aufbrausend, in 35–45 cm Tiefe stark verdichtet und plattig.

Der Wassergehalt des Bodens sinkt im Sommer von 20% auf 10% im August ab. Befeuchtet wird der Boden hauptsächlich im Frühjahr bei der Schneeschmelze.

Vegetation: die Hauptrolle spielen 20–25 cm hohe Horstgräser wie *Festuca sulcata*, *Helictotrichon desertorum*, *Koeleria gracilis* und *Bromus turekstanicus*; dazu kommen 10–20 cm hohe Kräuter wie *Potentilla hololeuca*, *Artemisia aschurbajevii*, *Geranium saxatile*, *Veronica campylopoda* u. a. Die

Artenzahl auf 100 m² beträgt 20. Auf feinkörnigen Böden an feuchten Stellen bildet *Kobresia* dichte Rasen mit 85% Deckung, wodurch die Artenzahl auf 12–18 abnimmt.

Folgende Bestandesaufnahme zeigt die Zusammensetzung eines alpinen Steppenrasens in 2950 m NN an einem SW-Hang mit 20% Neigung:

Obere Krautschicht (20–40 cm hoch): 3 *Festuca sulcata*, 3 *Helictotrichon desertorum*, 1 *Hordeum brevissubulatum*, 1 *Poa attenuata*.

Mittlere Krautschicht (10–20 cm hoch): + *Potentilla hololeuca*, 1 *Artemisia aschurbajevii*, 1 *Rhodiola heterodonta*, 1 *Myosotis suaveolens*, 1 *Potentilla tephroleuca*.

Untere Krautschicht (bis 10 cm hoch): 3 *Kobresia schoenoides*, + *Veronica campylopoda*, 1 *Tulipa dasystemon*, 1 *Oxytropis immersa*, 1 *Aconitum rotundifolium*, 1 *Pachypleurum alpinum*.

Die bunte Zusammensetzung der Hochgebirgssteppen aus typischen Steppenelementen und richtigen alpinen Arten sowie Gebirgsxerophyten ist sehr bezeichnend.

Die subalpinen Wiesen mit alpinen Elementen findet man auf gut befeuchteten Flächen meist unterhalb von Schneeflächen und Schneetälchen.

Das Bodenprofil läßt deutliche Horizonte erkennen; ein Aufbrausen tritt nicht ein; der Wassergehalt schwankt wenig und liegt bei 5–15%. Bis 65 cm hohe Kräuter herrschen vor: *Polygonum hissaricum*, *Geranium saxatile*, *Alopecurus songoricus*, *Bromus turekstanicus*. In der unteren Schicht wachsen 20 cm hohe Arten: *Nepeta pulchella*, seltener *Rhodiola heterodonta*, die 15 cm hohe, häufigere *Oxytropis immersa* u. a. Die Deckung beträgt 75%, die Artenzahl 22. Es kommen Varianten mit verschiedenen Dominanten vor, mit *Polygonum hissaricum* und *Bromus* oder mit *Geranium* bzw. mit *Alopecurus*, oft mit viel *Trollius asiaticus* oder *Allium monadelphum* (Deckung 100%); in direkter Nachbarschaft von Schneetälchen herrscht *Polygonum nitens* mit zahlreichen alpinen Arten vor (*Doronicum oblongifolium*, *Aster alpinus*, *Aconitum rotundifolium*, *Polemonium coeruleum* u. a.). Die Artenzahl auf 25 m² kann über 50 betragen, in ganz Mittelasien 250.

Die Schneetälchen zeichnen sich durch ausgelaugte saure (pH = 3,5), ständig feuchte Böden aus, die 10–12% Humus und insgesamt 25–30% an organischer Masse enthalten. Die Wurzeln gehen 25–30 cm (einige 1 m) in die Tiefe, doch trocken die oberen 20 cm des Bodens stark aus, so daß die Verhältnisse von denen der Schneetälchen in den Alpen verschieden sind, wo die Pflanzen nur wenige cm tief wurzeln.

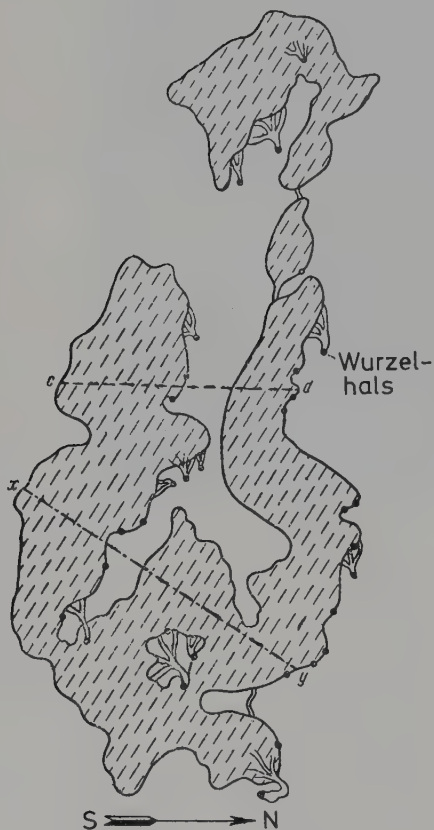
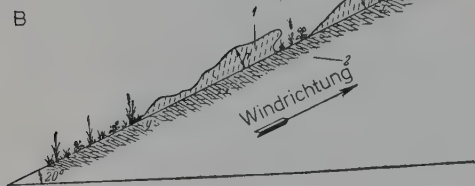
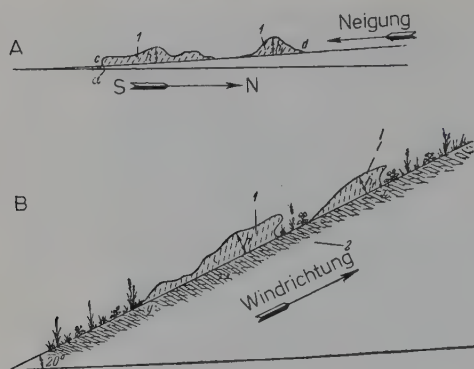


Abb. 190. *Juniperus turkestanica* im Hochgebirge Mittelasiens als Spalier wachsend (nach KULTIASOV): Unten im Grundriß, oben in Vertikalprofil (A längs c-d, Höhe 50-65 cm; B längs x-y, Höhe 75-90 cm). 1 = *Juniperus*, 2 = Substrat.

Es dominieren: *Allium monadelphum* mit *Potentilla tephroleuca* oder mit *Carex melanantha*, bzw. die beiden letzten Arten oder *Oxytropis immersa* mit *Poa alberti*, aber auch *Oxyria elatior* mit *Ranunculus rubrocalyx*. Andere charakteristische Arten sind: *Cerastium cerastioides*, *Minuartia biflora*, *Primula algida*, *Pedicularis amoena*, *Lloydia serotina*, *Myosotis suaveolens*, *Gagea*-Arten, *Draba talassica*, *Pachypleurum alpinum*, *Saxifraga sibirica*, seltener *Gnaphalium supinum*.

Auf steinigen Böden ohne Schneedecke im Winter kommen in 2900 m NN die Gebirgsxerophyten vor mit den Igelpolstern von *Onobrychis echidna*. Die Blattoberfläche ist bei diesen Xerophyten reduziert und oft das oberste Ende des Blattstiels in einen Dorn umgewandelt. Kleine Blattflächen besitzen auch *Ziziphora clinopodioides*, *Richteria* (*Chrysanthemum*) *pyrethroides*, *Cousinia caespitosa* u.a. Dazu kommen vereinzelt Steppengräser.

An der oberen Grenze der *Juniperus*-Baumfluren nimmt *Juniperus turkestanica* Spalierform an, wobei die bis zu 20 m langen Stämme dem Boden anliegen und eine kreisförmige Fläche von 4-5 m Breite bedecken. Sie erheben sich bis zu einer Höhe von 0,5-1,5 m und besitzen eine deutliche Windform (Abb. 190). In ihrem Schutz siedeln sich *Berberis oblonga*, *Lonicera humilis*, Steppengräser, *Galium simile*, *Geranium*, *Ziziphora*, *Gypsophila cephalotes*, *Rosa* u.a. an. Diese Pflanzengesellschaft findet man meist in Südexposition auf steinigem oder felsigem Boden; sie wird abgebrannt, um die Weideflächen zu vergrößern.

Die Temperaturunterschiede im Hochgebirge sind um den 40. Breitengrad besonders auf Süd- und Nordhängen sehr groß: in 3000 m NN ist die Bodentemperatur am Nordhang Ende Juli in 15 cm Tiefe fast konstant, die am Südhang ist dagegen im Vergleich dazu am Morgen um 3,7°, mittags um 6,3° und abends um 8,8° höher. An der Bodenoberfläche wurde vom 19. Juli bis 31. August am Nordhang 24 mal Frost registriert, am Südhang nur 4mal; das Temperaturmaximum war am Nordhang 34,5°, am Südhang 42,5°. Die Böden der Hochgebirgssteppe sind im Vergleich mit denen der Schneetälchen in 3000 m NN um 5,8° wärmer, in 2225 m NN um 7,0°. Die Entwicklung der Pflanzen der Schneetälchen beginnt schon unter dem Schnee.

Turkestanischer Hochgebirgsrücken.

Auch diesem fehlt eine Waldstufe. Es kommen zwar drei baumförmige *Juniperus*-Arten vor,

aber sie stehen alle sehr licht. Die Wüsten-, Halbwüsten-, Steppen- und alpinen Gesellschaften gehen allmählich ineinander über. Bei der Steilheit der Hänge ist die Abgrenzung von Höhenstufen sehr schwierig, oft spielen die Bodenverhältnisse eine größere Rolle als die Höhenlage; dazu kommt noch die starke Degradation der Vegetation durch Beweidung und Holznutzung.

Das Gebirge nimmt in westlicher Richtung an Höhe von 5400 m auf 2600 m NN ab. Die Ebene am Fuß des Gebirges liegt bei 500 m NN. Die Gletscher enden heute am Nordhang in 3020–3480 m, am Südhang in 3200–3500 m Höhe über dem Meere; im Pleistozän gingen sie bis 2100–2200 m NN herunter. Das Klima als ganzes ist arid und die Kontinentalität nimmt nach Osten zu. Die Niederschläge dürften in einer Höhe von 2500 m ihr Maximum erreichen. In 3000 m wurden vom September bis zum 13. Juni, also in 9 ½ Monaten 714 mm gemessen.

Die Böden ändern sich vom Serosem unten in der Wüste bis zu schwarzerde-artigen in mittleren Höhen und über braune lessivierte bis zu alpinen Rasenböden in Hochgebirgslagen. Doch sind die Böden infolge der Steilheit der Hänge steinig oder völlig erodiert.

Über die Vegetationsverhältnisse wäre folgendes zu sagen:

Am Fuß des Gebirges breitet sich die Wüste, «Tschul» genannt, aus mit *Artemisia*- und *Sal-sola*-Arten und niedrigen *Stipa caucasica* f. *desertorum*. Auf den lößüberdeckten Vorbergen, als «Adyr» bezeichnet, findet man die «Rang»-Vegetation, die hauptsächlich aus dem Rang, *Carex pachystylis*, und *Poa bulbosa* besteht (vgl. S. 255). Die Höhenlage ist etwa 600–1400 m NN, der Boden ein typischer Serosem. Auf steinigten Böden treten Holzpflanzen auf: *Amygdalus spinosissima*, *Cerasus verrucosa* und auch *Pistacia vera*. Die Höhenstufe darüber bis 2700 m NN ist im Frühjahr mit Ephemerem bedeckt.

Eine Aufnahme ergab: 4 *Agropyrum trichophorum*, 2–3 *Festuca sulcata*, dazu *Bromus oxyodon*, *Koelpinia linearis* (Comp.), *Rochelia peduncularis* (Borag.), *Linum corymbulosum*, 2 bis 3 *Astragalus*-Arten, *Senecio subdentatus* und viele andere Ephemerem, auch *Eremurus*.

Der größte Teil dieser Flächen ist in Äcker umgewandelt. Auf Standorten mit etwas besserer Wasserversorgung, namentlich im oberen Teil dieser Stufe können sich Holzpflanzen einstellen wie *Berberis*, *Rosa*, *Ephedra*, aber auch wilde Äpfel (*Malus sieversii*) und wilde Walnüsse (*Juglans regia* spp. *fallax*) entlang von Bächen.

Diese zerstreut oder vereinzelt stehenden Holzpflanzen täuschen ein Landschaftsbild vor, das entfernt an Savannen erinnert. Das führte dazu, daß einige Geobotaniker von «Halbsavannen» sprechen; doch ist das wenig zweckmäßig, weil diese Vegetation ökologisch nichts mit den tropischen Savannen zu tun hat. Die Holzpflanzen sind an lokal andersartige Standorte gebunden, an steinige Stellen oder an feuchtere.

Die Hochgebirgssteppen-Stufe über 2700 m NN wird als «Jaila» bezeichnet, was Alm bedeutet, d.h. eine Sommerweide für das Vieh im Gebirge. Die Böden sind Buroseme oder Tschernosem (Schwarzerde). Die wichtigste Grasart ist *Festuca sulcata* mit *Poa bulbosa* oder *Agropyrum trichophorum*, *Colpodium parviflorum*, aber auch *Carex*-Arten, mit vielen Kräutern. An Nordhängen spielt *Agrostis canina* eine Rolle. Zahlreiche Bestandesaufnahmen bringt AFANASJEV.

Innerhalb dieser Stufe, meist an Nordhängen treten 4–5 m hohe Wacholder (*Juniperus turkestanica* und *J. seravschanica*) als einzeln stehende Bäume auf; der Kronenschluß ist 10–20%, kann aber auch 30% erreichen. Unter den Kronen wachsen häufig *Lonicera bracteolaris* mit *Poa nemoralis*, *Campanula glomerata*, *Geranium collinum* u. a. Die Frage, ob es sich um eine besondere *Juniperus*-Baumflurenstufe handelt, ist strittig. Die Böden sind meist steinig; man findet häufig Baumstümpfe, was dafür spricht, daß die Bestände früher dichter waren und die Steppenvegetation durch die Holznutzung begünstigt wurde. Andererseits läßt sich oft feststellen, daß die Dichte der Bestände deutlich von der Wasserversorgung des Bodens abhängt.

Diese Beobachtung machten wir in der analogen *Juniperus*-Pinyon-Stufe in der Intermontanen Region der westlichen USA; sobald die Wasserverhältnisse in einer Erosionsrinne oder in einem Tälchen günstiger werden, stehen die Bäume dichter; sie können vereinzelt sogar niedrige Waldbestände oder besser Gehölze bilden, die infolge der bis zum Boden reichenden Bestattung schwer passierbar sind. An trockenen steinigten Hängen stehen die Bäumchen weit auseinander, aber man hat den Eindruck, daß ihre Wurzelsysteme sich berühren, der Bestand somit unterirdisch geschlossen ist. Die in Nordamerika begleitenden oder über der *Juniperus*-Stufe dominanten *Pinus*-Arten (*P. monophylla* und *P. edulis*) fehlen im asiatischen Raum.



Abb. 191. Laubholzstufe im West-Tjanschan (Foto V.N. PAVLOV, Univ. Moskau): Einzelne Gruppen von *Juglans fallax*, *Malus sieversii*, *Crataegus* spp., *Prunus divaricata* inmitten von Steppengemeinschaften (vorherrschend *Agropyrum trichophorum* und *Hordeum bulbosum*) sowie Groß-Umbelliferen-Fluren (im Vordergrund *Ferula tenuisecta*, außerdem *Prangos pabularia*).

Im Serawschan-Tal gibt es nach SAKIROV (1955, 1962) keine *Juniperus*-Höhenstufe, sondern alle Holzbestände sind an lokal feuchtere Standorte gebunden. Dagegen erwähnt AFANASJEV für den Nordhang des Turkestanischen Gebirgsrückens in 1900–2300 m NN bis 2800–3100 m stellenweise dichte Bestände mit 70% Kronenschluß und gutem Jungwuchs. Die Bestandeshöhe ist meistens 5–6 m bis 10–12 m. In der Baumschicht tritt vereinzelt *Sorbus tianschanica* auf, in einem Falle auch *Betula*; für die Strauchschicht werden genannt: *Lonicera microphylla*, *L. bracteolaris*, *L. persica*, 5 *Rosa*-Arten, *Cotoneaster multiflora*, *Spiraea hypericifolia*, *Ribes meyeri*. Von diesen Arten kommen meistens nur 2–3 zusammen vor (Deckung 20–30%). Im

unteren Teil der Höhenstufe ist *Juniperus serawschanica* am häufigsten, im mittleren *J. semiglobosa* und im obersten *J. turkestanica*. Im westlichen Teil des Gebirges kommt in 2300–2500 m NN *Acer turkestanicum* (aff. *laetum*) dazu.

Auf skelettreichen Böden sind die dornigen Gebirgsxerophyten und Igelpolsterpflanzen verbreitet (*Onobrychis echidna*, *Cousinia*-Arten, *Arenaria griffithii*, *Scorzonera acanthoclada*, seltener *Acantholimon alatavicum*).

Über 3000 m NN gesellen sich immer mehr alpine Elemente hinzu, wie wir es bereits auf S. 261 ausführten. Doch sind in dieser Höhe die Berge so steil und felsig, daß eine richtige Höhenstufe nicht mehr ausgebildet wird. Der Pflanzenbewuchs hängt ganz vom Standort, ins-

besondere von den lokalen Wasserverhältnissen ab.

In 3100–3600 m NN im Quellgebiet der Flüsse wird eine kryophile Vegetation angegeben mit ähnlicher Zusammensetzung wie im Talass-Alatau.

Z.B.: *Oxytropis immersa*, *Potentilla pamirolaica*, *P. hololeuca*, *P. flabellata*, *Leontopodium ochroleucum*, *Pachypleurum alpinum*, *Veronica biloba*, *Gnaphalium supinum*, *Geranium saxatile*, *Cerastium cerastioides*, *Myosotis suaveolens*, *Allium oreophiloides*, *Polygonum biaristatum*. Dazu kommen in bestimmten Gemeinschaften *Poa litwinowiana*, *Festuca alaica*, *Atropis subspicata*, oder *Carex melanantha* sowie *Sibbaldia tetrandra*.

Weniger verbreitet sind in diesem Gebirge die *Kobresia*-Matten. Im allgemeinen ist die alpine Vegetation wegen der Unzugänglichkeit des Geländes noch nicht genauer untersucht worden.

Ähnlich ist die Vegetation des zentralen Teiles am Südhang des Hissarischen Gebirgszuges, von dem KOROLEVA (1938) zahlreiche Bestandsaufnahmen und eine Vegetationskarte (Maßstab 1 km = 1,5 cm) bringt. In den Flußtälern kommen in 1800–2000 m NN vereinzelte *Juglans*-Bestände vor, während *Acer turkestanicum* und *Juniperus seravschanica* die wichtigsten Holzarten sind.

Die besprochenen Gebirge repräsentieren die Höhenstufenfolge der ariden Gebirgsvegetation Mittelasiens. Die der humideren wurde bereits auf S. 259 angeführt. Jedoch sollen im folgenden Abschnitt die Gebirgswälder im Anschluß an die Ausführungen von KOROVIN (Bd. II, 1962) noch genauer behandelt werden.

c) Höhenstufenfolgen mit Wald

Mittelasien ist ein stark verarmtes Refugium der tertiären Wälder. Nur in den feuchtesten Teilen einzelner Gebirge konnten sich Baum-

arten bis zur Gegenwart halten. Die Zahl dieser Baum- und Straucharten ist ziemlich groß.

Wir nennen die Gattungen und fügen die Zahl der Arten in Klammern an: *Acer* (5), *Betula* (10), *Crataegus* (11), *Lonicera* (15), *Malus* (3), *Pyrus* (5), *Juglans* (2), *Prunus* (2), *Cerasus* (4), *Rhamnus* (1), *Armeniaca* (8), *Mespilus* (1), *Jasminum* (1), *Berberis* (6), *Cotoneaster* (5), *Padus* (1), *Alnus* (1), *Aflatumia* (Rosac., 1), *Platanus* (1), *Viburnum* (1), *Evonymus* (3), *Fraxinus* (3), *Sorbus* (2), *Abelia* (Caprif., 1), *Populus* (9), *Thelycrania* (Corn., 2), *Atraphaxis* (Polygon., 1), *Ribes* (1), *Grossularia* (1), *Sorbaria* (1), *Rubus* (4), *Vitis* (2), *Exochorda* (Rosac., 2), *Spiraea* (1). Dazu kommen noch viele *Rosa*- und *Salix*-Arten.

Es handelt sich dabei um viele endemische Arten, oft mit einer sehr begrenzten Verbreitung.

1) Laubwälder

Laubwaldungen, meist nur inselförmige, findet man zusammen mit Hochstaudenwiesen und Wiesensteppen im Taschkent-Alatau, Tschatkal-Alatau, im nördlichen Teil des Fergana-Gebirges, im Kirgisischen, Transilischen und Dsungarischen Alatau. Größere Laubwaldflächen sind insbesondere im W-Tjanschan am Nordrand des Fergana-Beckens vorhanden; sie erstrecken sich hier von W nach E über 100 km und von N nach S über 25 km in einer Höhe von 1900–2000 m NN (Abb. 191). Außerdem sind noch zwei Waldmassive im Bereich des Tschatkalgebirges und den anschließenden Flußtälern zu nennen. In diesen Gebieten beträgt die Jahrestemperatur 7–8° C und die Niederschlagsmenge etwa 1000 mm.

Juglans-Wälder:

Für diese Walnußwälder werden nachfolgende Klimaangaben gemacht (in 1433 m NN).

Tabelle 17. Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse in der *Juglans*-Stufe des Tschatkalgebirges in Mittelasien

Monate	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr
Mittlere Temperatur (°C)	-3,4	-2,0	1,9	8,7	12,1	17,5	20,4	20,6	14,0	8,4	3,3	1,9	9,5
Temperaturminimum (°C)	-20,7	-15,1	-13,5	-1,6	-2,9	-2,2	4,2	5,2	0,7	-10,0	-13,4	-16,2	-20,7
Niederschläge (mm)	56	113	203	193	92	32	6,0	0,3	13	143	69	75	995



Abb. 192. Walnußbestände im Fergana-Gebirge (Foto V.N.PAVLOV, Univ. Moskau): Links vorne alter *Juglans fallax*-Baum, in der Mitte ein *Prunus divaricata*-Bäumchen und *Lonicera*- sowie *Rosa*-Gebüsch. Im Hintergrund das Baubasch-Alatau-Gebirgsmassiv.

Die Böden sind braune Waldböden, humusreich, zuweilen mit einem Bleichhorizont; sie bleiben bis Anfang Juli feucht, trocknen dann jedoch rasch aus, sodaß der Unterwuchs welkt. Im Frühjahr ist ein Schneeglöckchen-Aspekt vorhanden. Die Walnußart wird als *Juglans fallax* oder *Juglans regia* ssp. *fallax* bezeichnet, sie ist polymorph und variabel, aber bis zu einem gewissen Grade kälteresistent. Die Samenverjüngung ist gut (840–6000 Keimlinge pro Hektar), doch ist auch eine Verjüngung durch Stockausschläge möglich. Die Wurzeln gehen bis zu 3,5 m in die Tiefe; die Stämme werden bis zu 1 m dick. Die Wälder sind schattig, haben nur eine Baumschicht und der Unterwuchs ist auffallend arm.

Er besteht aus: *Brachypodium sylvaticum*, *B. pinnatum*, *Melica altissima*, *Festuca gigantea*, *Agropyrum caninum*, *Poa nemoralis*, *Bromus benekei*, *B. inermis*, *Carex polyphylla*, *Archangelica decurrens*, *Conioselinum latifolium*, *Ligusticum discolor*, *Aegopodium podagraria*, *Crepis sibirica*, *Alliaria officinalis*, *Impatiens parviflora*, *Lamium album* und mittelasiatischen *Cerastium*-, *Melandrium*-, *Senecio*-, *Allium*-, *Polygonatum*- und *Arum*-Arten.

Meistens sind nur wenige von diesen Arten vertreten. Die Armut könnte auf die antibiotische Wirkung des Juglons zurückzuführen sein, das mit der Blattstreu in den Boden gelangt.

Außer diesen schattigen Wäldern an geschützten Nordhängen werden lichtere Bestände an trockeneren Biotopen und solche in Auen mit Weinreben als Lianen unterschieden, oft mit viel *Impatiens parviflora* (SAPRJAGEJEVA 1938).

Die meisten Bestände sind 60–90 Jahre alt mit einem Durchmesser der Stämme von 35–65 cm (Abb. 192); die Zahl der Stämme beträgt 120–250/ha, der Ertrag pro Baum an Nüssen 3–32 kg (nach POPOV, 1940).

Ahorn (*Acer*) -Wälder:

Die Gattung *Acer* ist in den mittelasiatischen Gebirgen durch *A. turkestanicum*, *A. pubescens*, *A. regelii*, *A. semenovii* und *A. turcomanicum* vertreten. Waldbildend sind die ersten zwei Arten, namentlich die am weitesten verbreitete *A. turkestanicum* (aff. *laetum*). Diese Ahornart kommt zusammen mit *Juglans* vor, geht jedoch etwas höher in die subalpine Stufe hinauf. Meistens

sind es lichte Bestände, oft mit *Fraxinus*, *Prunus*, *Malus*, aber auch *Juniperus* gemischt. Im Unterwuchs wachsen Sträucher, an schattigen Stellen *Agrimonia*, *Orchis*, *Epipactis* u. a.

Wildobstwälder:

Von *Malus* werden 3 mittelasiatische Arten angeführt, von denen *Malus sieversii* unserem Kulturapfel besonders nahe stehen soll, doch ist diese Art sehr polymorph.

Der Wildapfel blüht Anfang Mai, reift jedoch zu verschiedenen Zeiten im Juni–August oder im September–Oktober. Die Verjüngung kann auch vegetativ durch Wurzelschößlinge erfolgen oder durch Bewurzelung von den Boden berührenden Zweigen.

Der Wildapfel tritt als untere Baumschicht in lichten *Juglans*- und *Acer*-Wäldern auf oder in Beständen mit *Crataegus*-Arten, die in den Gebirgen bis in den Dsungarischen Alatau und Tarbagatai sowie im südlichen Pamiro-Alai verbreitet sind. Sie vertreten die Walnußwälder dort, wo letztere nicht mehr gedeihen.

Bekannt sind die Wildapfel-Bestände am Nordhang des Transili-Alatau oberhalb von Alma-Ata (Abb. 193). Selbst heute, nachdem $\frac{5}{6}$ der Wälder vernichtet wurden, bedecken sie etwa 5000 ha. Da die Früchte nur wenig denen des Kulturapfels nachstehen, wandert die Bevölkerung der Stadt, wenn die Äpfel reifen, in die Wälder, sammelt Tausende von Zentnern an Früchten, trocknet die Apfelschnitzel in der Sonne oder kocht sie, ebenso wie die wilden Aprikosen, zu Marmelade ein.

Die wilden Aprikosen spielen keine so große Rolle, aber sie sind nicht minder interessant. Die Art (*Armeniaca vulgaris*) kommt an verschiedenen Stellen im Tjanschan vor. Zu nennen wäre der 17 m hohe Bestand im Itokar-Tal zusammen mit *Juglans*, *Malus* u. a. Es wurde die Ansicht geäußert, daß es sich bei diesen sehr xerophilen Aprikosen um ohne Zutun des Menschen verwilderte und völlig akklimatisierte Formen handelt.

Zu den xerophilen Gehölzen gehören auch die 5 Wildbirnenarten (*Pyrus*), von denen zwei nur im Kopet-Dag festgestellt wurden.

Als Wildobstsorte kommt noch *Crataegus azarolus* mit großen (3 cm im Durchmesser) Früchten in Frage. Es ist eine dürreresistente Strauchart, die dichte Bestände auf Löß und an steinigten Hängen der Halbwüstenstufe bildet (Abb. 194). Dasselbe gilt auch für die Wilde

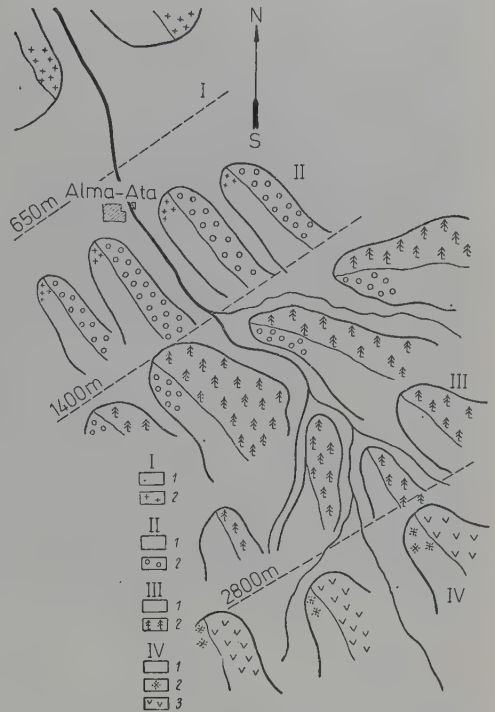


Abb. 193. Karte der *Malus*-Wälder oberhalb von Alma-Ata (aus Popov). I = Halbwüstenstufe (1 ephemere am SW-Hang, 2 mit *Artemisia*), II = Wüstensteppenstufe (1 mit *Agropyrum*, 2 mit Wildapfel-Gehölz am NE-Hang), III = Steppen- und Waldstufe (1 *Festuceto-Stipetum*, 2 *Picea*-Wald am NE-Hang), IV = Hochgebirgsstufe (1 alpine Steppen und Wiesen, 2 *Juniperus*-Spaliere, 3 niedrige *Salix*-Arten).

Mandel (*Amygdalus communis*), die aber meist bittere Samen besitzt; es kommen aber auch Varietäten mit süßen Samen vor. Erwähnt seien ebenfalls die *Cerasus*-Arten mit genießbaren Früchten.

Mehr als Unterwuchs in den Nuß- und Wildobstwäldern findet man die Alytsch-Pflaume (*Prunus divaricata*), eine der Stammformen unserer Kulturpflaumen. Die 2 cm großen Früchte sind verschieden gefärbt, aber gut im Geschmack und für Marmelade geeignet. Diese Art kommt selbst als Steppenbegleiter noch in Nordkaschien vor.

Alle diese Wildobstsorten bildeten in Mittelasien sicher schon seit Jahrtausenden den Ausgangspunkt für unbewußte oder bewußte Züchtung durch den Menschen. Das gilt auch für die wilde Weinrebe, die nach Popov zu *Vitis*



Abb. 194. Offene *Crataegus*-Baumfluren im westlichen Tjanschan (Foto V.N.PAVLOV, Univ. Moskau): Krautschicht aus *Hordeum bulbosum* und *Eremurus regelii* (beides Geophyten = Ephemeroiden).



Abb. 195. Baumfluren mit *Pistacia vera* inmitten eines Ephemeriden- und Ephemeroiden-Teppichs im Tschal-Tau des südlichen Tadshikistan (aus Fotothek E.M. LAVRENKO).

Abb. 196. Alte *Pistacia vera*-Bäume, die auf einem Wallfahrtsberg unweit Kabul (Ziarat = Heiligen-grab) in 2000 m NN nicht gefällt werden dürfen (Foto S.-W. BRECKLE).

vinifera zu rechnen ist und nicht zu der euro-päisch-kaukasischen *Vitis sylvestris*.

Pistazien-Bestände:

Die echte Pistazie (*Pistacia vera*) mit eßbaren Früchten nimmt unter den Wildobstarten eine Sonderstellung ein. Sie gehört nicht der Laubwaldstufe an, sondern zu den xerophilen Sträuchern der unteren trockenen Stufen mit Halbwüstencharakter. Es handelt sich nicht um Wälder oder Gehölze, vielmehr um Baumfluren mit einzelnen, weit auseinander stehenden Baumsträuchern (Abb. 195).

Pistacia vera besitzt ein sehr stark entwickeltes Wurzelsystem: Bei 15jährigen Pflanzen ist die vertikale Wurzel etwa 4 m lang, doch befinden



Abb. 197. Transili-Alatau (Foto V. N. PAVLOV, Univ. Moskau): Obere Waldgrenze in 2000–2500 m NN mit *Picea schrenkiana* auf Fels- und Schutthängen.



Abb. 198. *Picea schrenkiana* im Transili-Alatau (Foto V.N. PAVLOV, Univ. Moskau).

sich die meisten Wurzeln in 60–100 cm Tiefe; sie breiten sich aber sehr weit horizontal aus (bei ausgewachsenen Bäumen 12 m), d.h. die von einem Baum durchwurzelte Bodenfläche beträgt über 400 m². Das erklärt die weiten Abstände zwischen den einzelnen Bäumen, die, wenn sie an heiligen Orten geschont werden, große Dimensionen erreichen (Abb. 196).

Zu der Gruppe der xerophilen und zugleich thermophilen Sträucher rechnet KOROVIN auch die Mandel, *Amygdalus communis*, aber auch *A. bucharica*, *A. turcomanica*, *A. spinosissima* und noch weitere 5 *Amygdalus*-Arten. Dazu kommen weitere Straucharten, die hauptsächlich an der Südgrenze der turanischen Niederung auf steinigen Böden der unteren Stufen verbreitet sind, heute jedoch vielfach durch den Menschen fast vernichtet wurden, aber zu den einheimischen Arten gehören.

Die Liste lautet: *Punica granatum*, *Ampelopsis aegirophylla*, eine dürreresistente Reliktart, die der *A. vitifolia* in Afghanistan und Iran nahe-

steht, *Rhus coriaria*, die zum Gerben verwendet wird, *Ziziphus sativa* mit eßbaren Früchten, *Paliurus spina-Christi* (weniger verbreitet als im ariden Transkaukasien), *Sageretia laetevirens*, eine sehr dornige kleinblättrige Rhamnacee, *Ficus carica*, *Celtis caucasica*, *Cercis griffithii* (in Afghanistan sehr verbreitet, z.B. um Kabul), *Ephedra intermedia*, ein extrem xerophiler Strauch des Serawschan-Gebirges.

KOROVIN bezeichnet diese Gebüschformation als «Schibljak», was wenig zweckmäßig ist, weil man darunter das Gebüsch-Degradationsstadium der noch humiden submediterranen Laubwälder auf der nördlichen Balkanhalbinsel versteht.

Espenwälder:

Die Espe (*Populus tremula*) ist auf den Nördlichen Tjanschan beschränkt, wo sie von 1100–1200 m NN ab eine 300–600 m breite Höhenstufe (unterhalb der Fichtenwald-Stufe) im Reinbestand mit einem Grasunterwuchs bildet, d.h. sie verhält sich hier in der Übergangsstufe

zwischen aridem und humidem Klima genau so wie die nahe verwandte *Populus tremuloides* in den ariden Gebirgen von Utah in USA (vgl. S. 159).

2) Nadelwälder

Die Nadelwälder der Mittelasiatischen Gebirge sind auf das Tjanschan-System beschränkt und bestehen vor allem aus *Picea schrenkiana* (Abb. 197). Diese Art besitzt bis 15 cm lange Zapfen mit rundlichen Schuppen. An der oberen Verbreitungsgrenze wird die Baumkrone häufig breiter und die Wipfel sind abgestumpft infolge des Erfrierens des Hauptsprosses. Im Gegensatz dazu werden die Fichten in den Alpen an ihrer oberen Grenze spitzkroniger. In 2900–3100 m NN bildet *Picea schrenkiana* windgescherte und niederliegende Krüppelformen. Es sei bemerkt, daß auch kurzadelige und spitzkronige Formen beschrieben wurden. Die Bäume können eine Höhe von 50 m und einen Stammdurchmesser von 120 cm erreichen; meist sind jedoch 100–150 Jahre alte Bäume 20–30 m hoch (Abb. 198). Die Wurzeln verlaufen sehr flach in den oberen 10–15 cm des Bodens, aber werden bis 30 m lang. Die Fichte kommt deshalb nur dort vor, wo auch im Sommer die oberen Bodenschichten feucht sind, weil es häufig regnet. Unter der Fichtenstufe ist, wie bereits erwähnt, eine Espenstufe ausgebildet.

Außer der Fichte spielt in Mittelasien auch die Tanne (*Abies semenovii*) eine Rolle, während *Abies sibirica* ihre südlichsten Vorkommen im Dsungarischen Alatau und auch dort nur im westlichen Teil hat. Von ihr ist *Abies semenovii* eine geographische Rasse, die bis zum Nordrand des Talass- und Tschatkal-Alatau reicht und in ihren ökologischen Ansprüchen der *Picea schrenkiana* ähnlich ist.

Zusammen mit diesen beiden Nadelholzarten kommen kleinblättrige Laubhölzer vor: *Populus tremula*, *P. laurifolia*, *Betula tianschanica* und *Sorbus tianschanica*, außerdem noch 38 Straucharten. Unter den krautigen Pflanzen sind vor allem die Farne zu nennen, ebenso die Pyrolaceen, *Goodyera repens*, *Corallorhiza*, *Adoxa*, *Arcous alpina*, und mittelasiatische Arten von *Carum*, *Aegopodium*, *Aquilegia*, *Galium*, *Astragalus*, aber auch *Impatiens parviflora*, *Galium boreale*, *Chelidonium majus*, *Geum urbanum*, *Poa nemoralis*, *Coeloglossum viride*. Auf lichten Stellen treten Hochstauden auf (*Doronicum*, *Aconitum*, *Trollius*

u.a.). Auch die üblichen Moose gehören zu dieser Waldvegetation.

Die Tanne kommt nur zusammen mit der Fichte vor; sie geht nicht ganz so hoch hinauf. Alle Nadelwälder findet man vorzugsweise an Nordhängen und in feuchten Schluchten. Es werden auch Bestände ohne Unterwuchs («nudum») beschrieben, die wohl auf die vollständige Ausnutzung des Bodenwassers durch die Baumschicht zurückzuführen sind, wie es für alle Wälder an der Trockengrenze typisch ist.

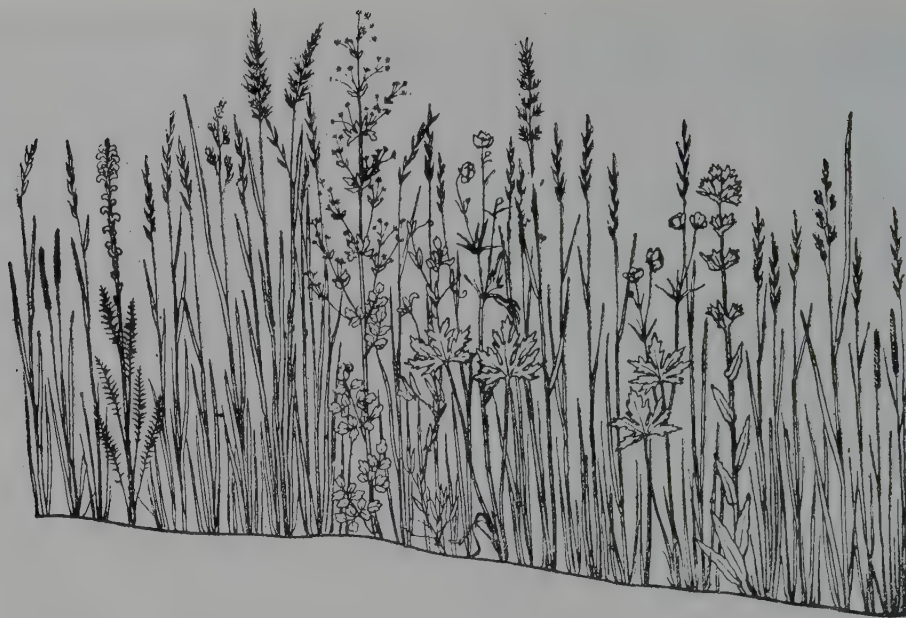
Innerhalb der verschiedenen mehr humiden Höhenstufen kommen Wiesen vor, aber nur lokal an dauernd feuchten Standorten, in Beckenlage oder an leicht geneigten Nordhängen, auf schwarzerdeartigen humusreichen Gebirgsböden; sie werden regelmäßig einmal gemäht und weisen eine typische Zusammensetzung auf. ARYSTANGALIEV (1956) untersuchte sie im Kungei-Alatau des Zentralen Tjanschans nördlich vom Issyk-Kul.

Er unterscheidet in mittleren Höhenlagen (bis tieferen) die *Brachypodium pinnatum*- und die *Dactylis glomerata*-Wiesen, die sehr artenreich sind und häufig eine obere und untere Krautschicht aufweisen. Erstere ist 50–150 cm hoch (Deckung 90–100%), wobei die Zahl der Arten auf 200 m² etwa 20–55 beträgt (auf allen 48 Aufnahmen 200) und die Produktivität 35 dz/ha an Trockenmasse (Abb. 199).

Die *Dactylis*-Wiesen findet man häufig auf Lägern, also bei einer gewissen Düngung. Ihre Höhe ist 50–60 cm (Deckung 90–100%) und die Produktivität 22–52 dz/ha an Trockenmasse oder 180–200 dz/ha an Frischmasse. Um gutes Heu zu erhalten sollten die Wiesen 2 Wochen vor der Grasblüte gemäht werden (Abb. 200).

Werden die Wiesen beweidet, dann nehmen die Kräuter überhand. Auf Schwarzerdeböden der Nordhänge kommt die krautreiche *Phlomis*-Wiesensteppe vor: Die Deckung beträgt ebenfalls 100%, die Zahl der Arten auf 12 Aufnahmen 172, die Produktivität 10,5–15,5 dz/ha an Trockenmasse (Abb. 201). Im Hochgebirge in 2800–3500 m NN treten fleckenweise an sonnigen Hängen bei guter Befeuchtung auf feinkörnigen Böden *Kobresia capilliformis*-Wiesen auf. Die Leitart deckt allein 40–80% (Gesamtdeckung 60–100%), die Höhe ist 15–45 cm und die Zahl der Arten auf 17 Aufnahmeflächen 154, etwa 25–60 Arten auf 200 m², Trockenmasse 6–16 dz/ha (Abb. 202).

Viel niedriger (10–15 cm) sind die *Kobresia hu-*



1 2 1 4 1 1 7 1 8 1 9 1 6 3 1 7 8 1 1 3 5 1 7 2 1

Abb. 199. *Brachypodium*-reiche Wiesensteppe im Kungei-Alatau (nach ARYSTANGALIEV): 1 *Brachypodium pinnatum*, 2 *Phleum phleoides*, 3 *Ranunculus polyanthemus*, 4 *Pedicularis dolichorrhiza*, 5 *Campanula glomerata*, 6 *Lathyrus pratensis*, 7 *Dactylis glomerata*, 8 *Helictotrichon (Avena) pubescens*, 9 *Thalictrum simplex*.



1 7 1 1 5 1 1 3 1 1 6 1 2 1 4 1 2 1 2 1 5 1

Abb. 200. *Dactylis*-Wiesensteppe im Kungei-Alatau (nach ARYSTANGALIEV): 1 *Dactylis glomerata*, 2 *Brachypodium pinnatum*, 3 *Silene commutata*, 4 *Pedicularis dolichorrhiza*, 5 *Thalictrum simplex*, 6 *Stachyopsis lamiflora*, 7 *Ranunculus polyanthemus*.



1 8 1 2 5 4 9 1 7 8 6 1 1 3

Abb. 201. *Phlomis*-Wiesensteppe des Kungei-Alatau (nach ARYSTANGALIEV): 1 *Phlomis oreophila*, 2 *Trollius dschungaricus*, 3 *Helictotrichon pubescens*, 4 *Euphorbia alata*, 5 *Polygonum nitens*, 6 *Aegopodium alpestre*, 7 *Papaver croceum*, 8 *Brachypodium pinnatum*, 9 *Alchemilla sibirica*.

milis-Wiesen auf schuttreichen Böden oder an südlichen Hängen. *Kobresia* überwiegt noch stärker, die Zahl der Arten auf 200 m² beträgt 15–25.

d) Übergang zur sibirischen Höhenstufenfolge des Altai

Zum Dsungarischen Alatau im weiteren Sinne kann man zwei Gebirgrücken rechnen: Einen

südlichen, der nördlich vom Ili-Tal liegt, (auch Borocho-gebirge genannt) und einen nördlichen, der in einem spitzen Winkel zum ersteren in nördlicher Richtung zum Tarbagatai-Saur-Gebirge verläuft und durch die Dsungarische Pforte sowie eine weitere Senke in drei Abschnitte zerlegt wird. Die Dsungarische Pforte ist die orographische Grenze zwischen Mittel- und Zentralasien. Sie verbindet die Balchasch-Alakol-Senke mit der vom Ebi-Nur, ist an der



1 2 1 1 6 1 5 7 1 10 1 8 1 11 1 1 4 1 9 1 3 1 12 1

Abb. 202. *Kobresia*-Hochgebirgswiesen im Kungei-Alatau (nach ARYSTANGALIEV): 1 *Kobresia capilliformis*, 2 *Allium atosanguineum*, 3 *Myosotis suaveolens*, 4 *Euphorbia alata*, 5 *Erigeron aurantiacus*, 6 *Primula algida*, 7 *Potentilla nervosa*, 8 *Geranium saxatile*, 9 *Cerastium tianschanicum*, 10 *Papaver croceum*, 11 *Leontopodium campestre*, 12 *Alchemilla sibirica*.

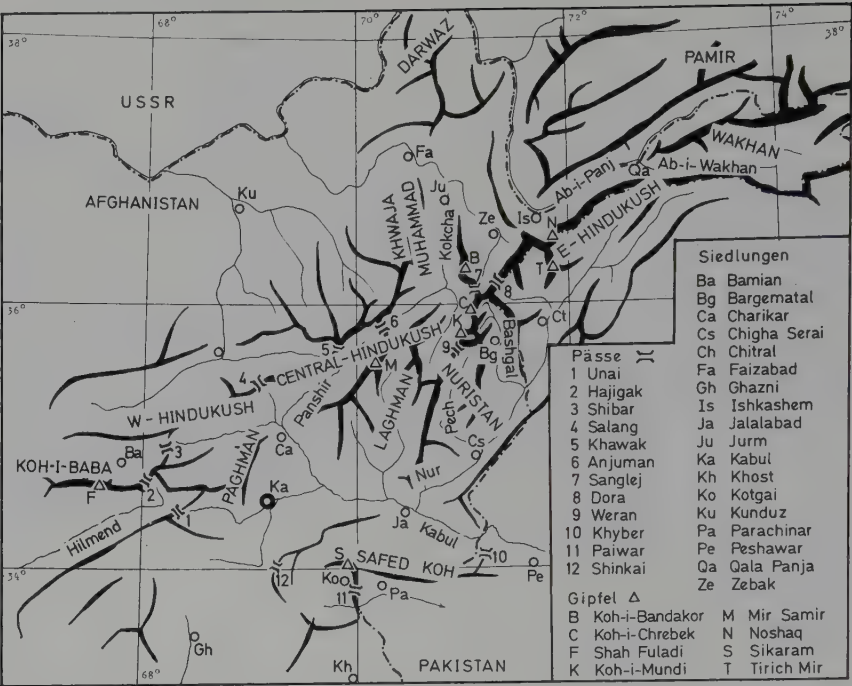


Abb. 203. Kammlinienkarte des Hindukusch und anderer Gebirge in Ost-Afghanistan (aus BRECKLE 1971), die durch Pamir mit den Mittelasiatischen Gebirgen verbunden sind (vgl. Abb. 187).

engsten Stelle 10 km breit und liegt nur 600 m über dem Meere. Bekannt sind die heftigen Winde, die mit 70–80 m/sec durch die Pforte in westlicher oder östlicher Richtung brausen können und sogar ein Reiten gegen den Wind unmöglich machen.

Die Vegetation des Dsungarischen Alatau entspricht noch der des Zentralen Tjanschan: Wüstensteppen und Steppen bilden vorwiegend die Höhenstufen, am Nordhang auch größere Waldflächen aus Wildäpfeln, Espen und darüber *Picea schrenkiana*. Aber es ist bezeichnend, daß bereits nördliche Arten auftreten wie *Abies sibirica* und eine Reihe von sibirischen Sträuchern, z.B. *Amygdalus nana*, *Cerasus* (*Prunus*) *fruticosa*, *Ribes acicularis*, sowie Kräuter (*Lilium martagon*, *Filipendula hexapetala*, *Trifolium lupinaster* u.a.), die dem eigentlichen Tjanschan fehlen, aber für den Altai typisch sind. Dasselbe gilt auch für *Dryas punctata* oder *Claytonia ioanneana* in der alpinen Stufe. Dieses Gebirge, das bis über 5000 m NN emporragt, ist außerdem reich an endemischen Arten.

Im Tarbagatai- und Saur-Gebirge findet man noch die für Mittelasien bezeichnenden Wild-

äpfel, aber zugleich kommen weitere sibirische Nadelholzarten hinzu: *Larix sibirica* und *Picea obovata*. Im Altai, der in Teil VII genauer besprochen wird, haben wir es schon mit einer typisch sibirischen Flora ohne mittelasiatische Geoelemente und mit einer sibirischen Vegetation zu tun. Auch die Höhenstufenfolge trägt sibirischen Charakter – die alpine Stufe wird durch die Gebirgstundra ersetzt; nur vereinzelt findet man im Altai noch alpine Matten.

Eines hat aber diese Übergangszone mit Mittelasien und Sibirien gemein – das Wettergeschehen wird vom Westen her, also vom Atlantik und im Süden vom Mittelmeer, bestimmt. Das gilt auch für die südliche Übergangszone zu dem indischen Vegetationsgebiet im nordwestlichen Afghanistan mit dem Hindukusch-System.

e) Vegetationsverhältnisse im Hindukusch (Afghanistan)

Dieses Gebirgssystem, das im Nordosten mit Pamir in Verbindung steht und eine Höhe von 7470 m NN erreicht, durchzieht nach Westen an

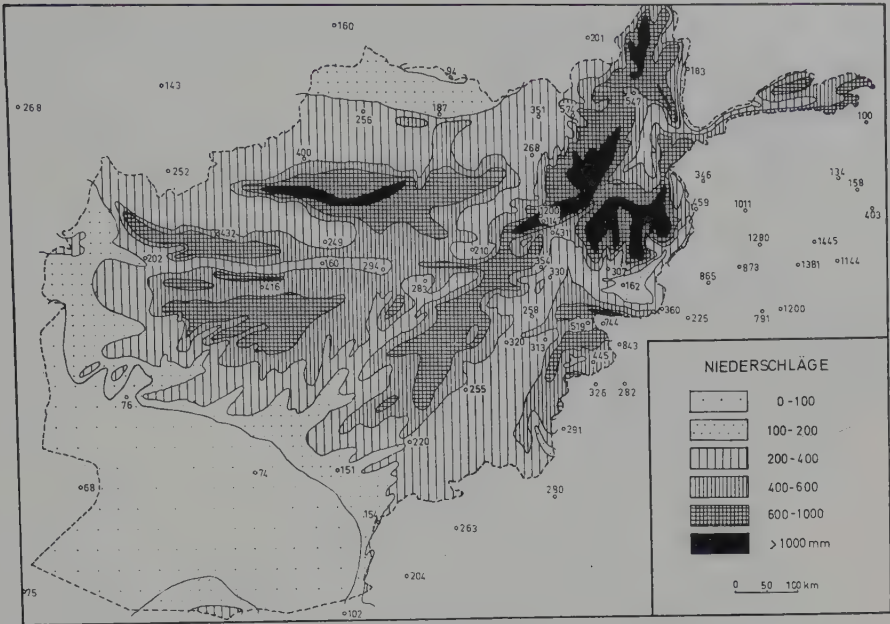


Abb. 204. Niederschlagskarte von Afghanistan (aus Freitag 1971).

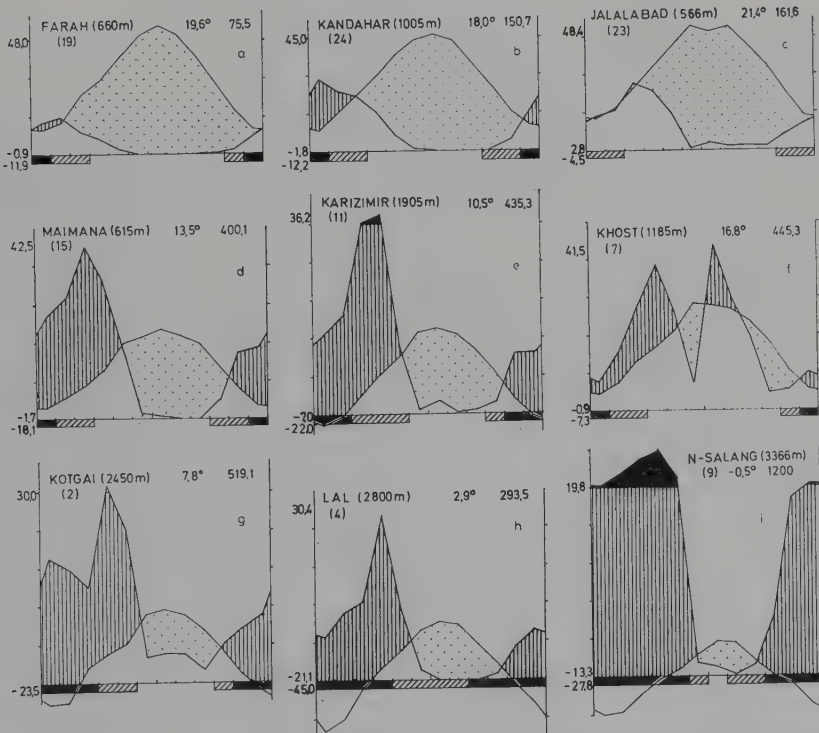


Abb. 205. Klimadiagramme aus verschiedenen Vegetationsgebieten Afghanistans (nach Freitag 1971). Khost (ganz im Süden) erhält bereits Sommermonsunregen. Lage der Stationen auf Abb. 203.

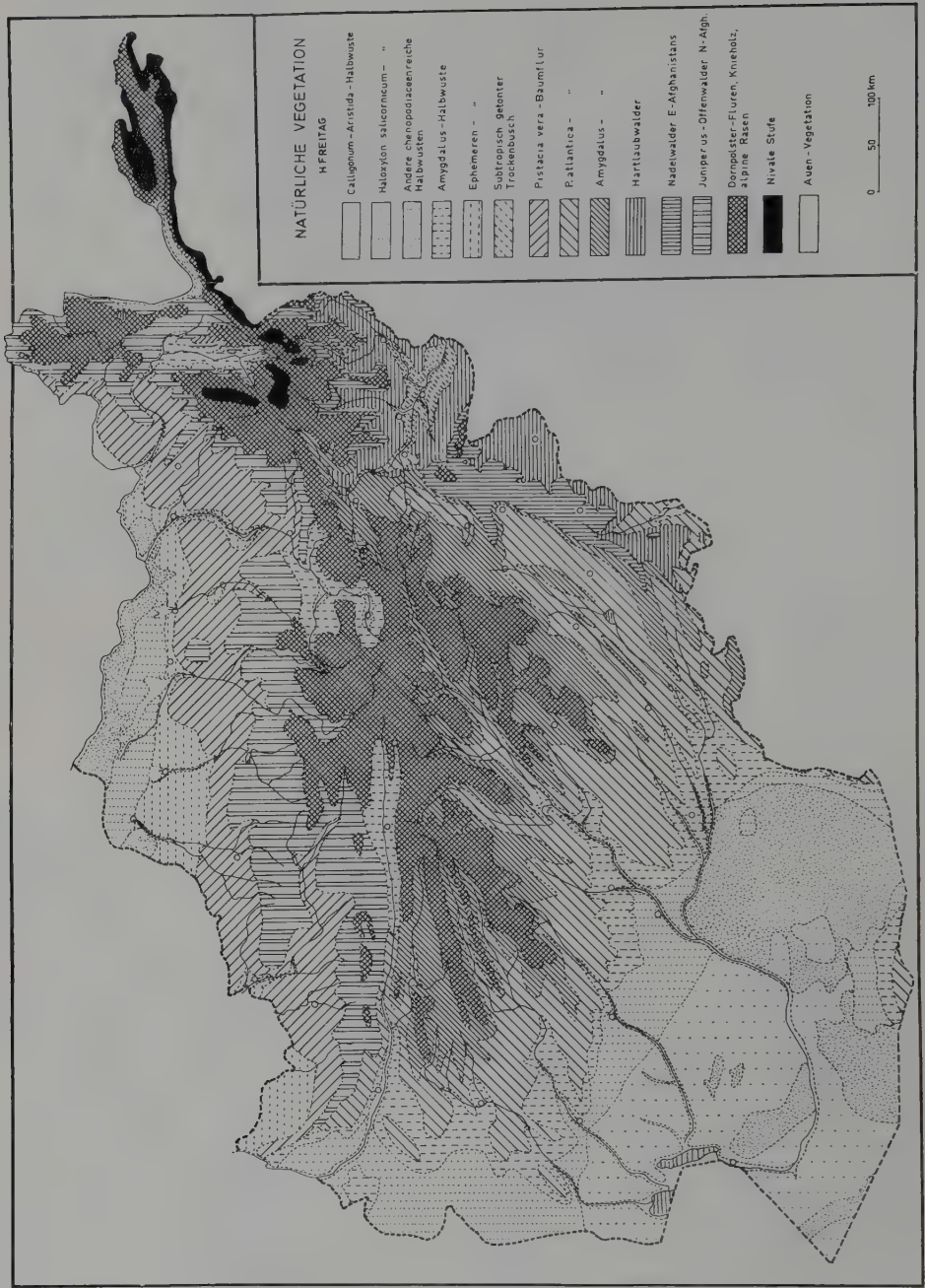


Abb. 206. Karte der natürlichen Vegetation Afghanistans (nach FREITAG 1971). Mittelasiatisch sind die Halbwüsten oder Wüsten: *Calligonum-Aristida*-Sandwüste (punktiert) im Norden und im Süden (Registan), die *Chenopodiaceen*-reiche Gipswüste, die *Ephemeren*-Wüste, die *Pistacia vera*-Baumflur, die *Juniperus*-Offenwälder und die Dornpflaster-Fluren Nord-Afghanistans.

Höhe abnehmend und sich verästelnd Afghanistan (Abb. 203). Der Hindukusch gehört nicht mehr zu den Mittelasiatischen Gebirgen, aber Afghanistan schließt sich direkt an die Turanische Niederung an und leitet nach Westen zum Iranischen Hochland über. Es ist bis auf die Ebenen im nördlichen Teil sowie im Westen und die weiten Flächen von Registan ein Gebirgsland mit extrem verschiedenen Klimaverhältnissen (Abb. 204–205), das im nördlichen Teil sehr viel Gemeinsames mit Mittelasien hat. Da Vegetationsbeschreibungen von diesem Land in deutscher Sprache vorliegen (FREITAG 1971, BRECKLE 1971, MEHER-HOMJI et al. 1973) können wir uns hier sehr kurz fassen (Abb. 206). Die Kara-Kum Sandwüste greift nach Afghanistan über (Abb. 207); in dem Lößhügelland findet man ebenfalls eine Ephemerer-Wüste (Abb. 208), auf Feinsand ist eine *Artemisia*-Halbwüste verbreitet (Abb. 209). Die Gebirgshänge am Nordabfall des Hindukusch sind in 2000–2700 m NN mit einer Chenopodiaceen-reichen *Salsola maracandica*-Gipshalbwüste bedeckt. Die Nieder-



Abb. 207. N-Afghanistan: Sandwüste am Amudarja (310 m NN) Ende April. Vorn lockerer *Carex phytodes*-Rasen, in der Mitte *Eminium lehmannii* (Arac.), dahinter Zwergsträucher von *Sophora pachycarpa* und *Astragalus* (Sect. *Ammodendron*). Foto H.FREITAG, ebenso Abb. 208–214.

schläge liegen um 150–200 mm (Abb. 204–205), die Vegetation deckt 5–15% und ist 10–30 cm hoch. Es dominieren *Salsola*-Arten, außer der



Abb. 208. Ephemerer-Wüste im Lößhügelland N-Afghanistans (450 m NN) Mitte März. An Hängen rechts-hinten Baue von Steppennagern.



Abb. 209. N-Afghanistan: *Artemisia*-Halbwüste auf Feinsand (850 m NN) im Mai mit etwas *Carex physodes* und *Cousinia oxiana* (Mitte).



Abb. 211. E-Afghanistan: *Amygdalus kuramica*-Baumflur, Salang-Tal (2300 m NN), Anfang April im Schnee.

genannten auch *S. tomentosa*, dazu *Anabasis macrocarpa*, *Arthrophytum lindbergii*, *A. pallidiflorum*, *Artemisia* spp., *Acantholimon* spp. sowie Ephemerer. Dort, wo die Niederschlagsverhältnisse günstiger sind (250–500 mm) trifft man offene Baumfluren-Gesellschaften mit *Pistacia vera* an (Abb. 210 und 205, Maimana-Klimadiagr.). Neben dieser baumförmigen Art kommen noch vor: *Amygdalus kuramica* (Abb. 211), *Cercis griffithii* und die Sträucher *Amygdalus*

spinosissima, *Cerasus bifrons*, *Colutea gracilis*, *Ephedra ciliata*, *E. equisetina* und *Rosa* sp. In der Krautschicht spielen *Poa bulbosa* und *Carex stenophylla* (aff. *C. pachystylis*) eine Rolle, außerdem *Cousinia* spp., *Phlomis*, *Chrysanthemum*, *Helichrysum*, *Delphinium*, *Eremurus*, *Eranthis*, *Anemone* u.a. sowie viele Therophyten.

In 1400–1600 m NN beginnen *Juniperus*-Gehölze. Sie werden etwa 4–10 m hoch und decken 60–80% der Fläche, können aber auch 15 m hohe



Abb. 210. N-Afghanistan: *Pistacia vera*-Baumflur im Juni (1500 m NN), vorn blühende *Eremurus olgae*, rechts großblättrige *Inula grandis*.



Abb. 212. *Juniperus seravschanica*-Baumflur in N-Afghanistan (1900 m NN) im Juni mit Büschen von *Ephedra equisetina*.

fast geschlossene Waldungen bilden. Vertreten sind *Juniperus excelsa* (im Nordwesten), *J. seravschanica* (Abb. 212), *J. semiglobosa* (im Osten oberhalb 2600 m NN), *Cercis griffithii* (Abb. 213; Osten, untere Stufe), *Acer semenovii*, *Crataegus songorica*, *C. turkestanica*, *Pyrus korshinskii*, *Malus turkmenorum*, *Fraxinus xanthoxyloides* sowie viele Sträucher, Zwergsträucher und Kräuter, darunter Geophyten und Therophyten. In noch größerer Höhe treten Dornpolster-Gesellschaften auf (Abb. 214). Das ist eine typisch mittelasiatische Höhenstufenfolge.

Die floristischen Besonderheiten am Südabfall und im Südosten, wo sich Einstrahlungen aus dem iranischen Raum von Westen und von west-himalajischen Elementen vom Osten her bemerkbar machen, sind in der Arbeit von FREITAG einzusehen.

Einen Überblick über die Verschiedenheiten der Höhenstufen in den einzelnen Gebirgsmassiven Afghanistans gibt die Darstellung auf Abb. 215 nach BRECKLE 1971.

Die Gebirge mit Wäldern aus *Quercus* (*Q. ilex* s.l. = *baloot*), *Pinus gerardiana*, *Olea ferruginea*, *Diospyros lotus* oder aus *Taxus wallichiana*, *Picea smithiana*, *Abies webbiana*, *Cedrus deodara* und

vielen anderen gehören nicht mehr zum mittelasiatischen Vegetationsgebiet. Afghanistan liegt ja im Schnittpunkt sehr verschiedener Florenprovinzen: 1. der letzten Ausläufer des mediterranen Winterregengebiets mit irano-turanischen Elementen, 2. im Bereich der Einstrahlungen vom indisch-himalajischen Raum, und schließlich 3. auch vom Pamir her aus dem zentralasiatischen Raum mit mongolisch-tibetischen Elementen.

Auf diese Zusammenhänge näher einzugehen, würde uns hier zu weit ab von unserem eigentlichen Thema führen. Wir verweisen auf das schematische Vegetationsprofil (Abb. 216) von RATHJENS (1972).

Über die klimatischen Verhältnisse in der Hochgebirgsstufe des Hindukusch macht BRECKLE (1973) interessante Angaben (vgl. auch FLOHN 1969). Klimastationen sind in diesen Höhen nicht vorhanden. Die Klimadiagramme vom Salang-Paß (3366 m NN) im Zentral-Hindukusch und aus dem westlichen Pamir (Fedtschenko-Gletscher 4169 m NN) zeigen, daß die Sommertrockenheit sich selbst in der alpinen Stufe auswirkt, während sie in den Alpen fehlt (Abb. 217). Die extremen Verhältnisse



Abb. 213. Überweidete *Cercis griffithii*-Bestände in E-Afghanistan (1500 m NN) im April; hinten der Koh-e-Paghman.



gehen noch deutlicher aus den von BRECKLE (1973) in 4620 m NN durchgeführten mikroklimatischen Messungen vom 27. August bis 5. September hervor. Eine dichtere Pflanzendecke kommt nur dort zustande, wo eine ständige Wasserzufuhr durch Schmelzwässer erfolgt (Abb. 218). Über die Zusammensetzung der Vegetation gibt die Tabelle 1 aus der betreffenden Arbeit Auskunft, die wir unverändert als Abb. 219 bringen und durch die Abb. 220–221 ergänzen.

Abb. 214. Dornpolster-Flur der unteren alpinen Stufe (3100 m NN) in Zentral-Afghanistan im Juli: Dominant *Acantholimon* spec. und *Artemisia afghanica*.

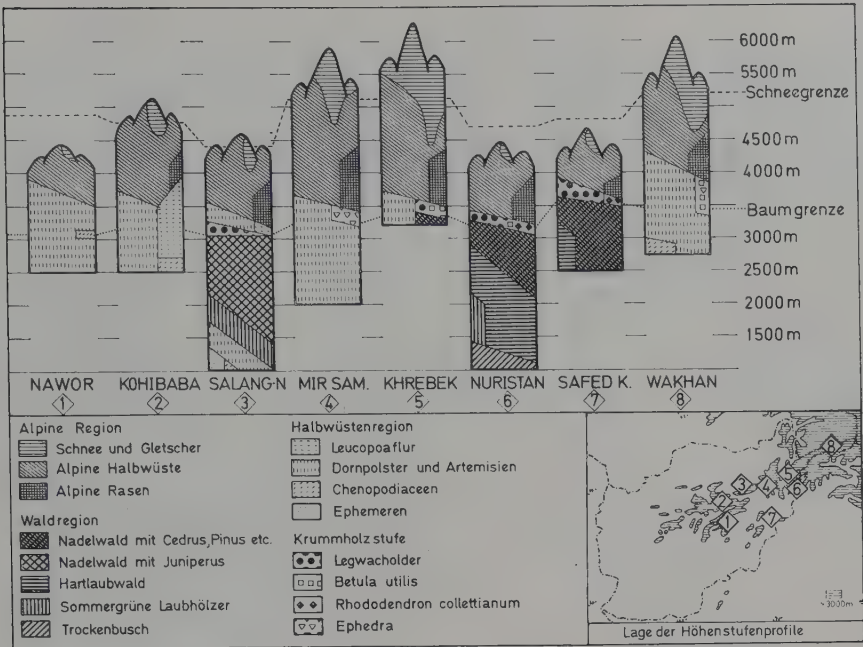


Abb. 215. Höhenstufenprofile (schematisch) aus Afghanistan (nach BRECKLE 1971).

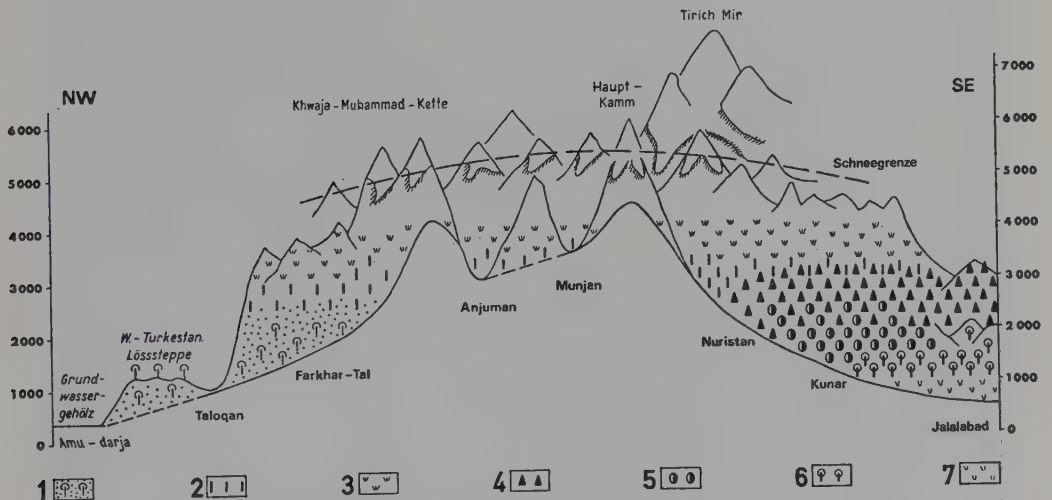


Abb. 216. Schematisches Vegetationsprofil durch den mittleren Hindukusch (nach RATHJENS). 1 = Grasfluren und offene Gehölze von *Pistacia vera* und im östlichen Teil *Cercis griffithii*, 2 = offene *Juniperus polycarpus*-Gehölze, 3 = Hochsteppen sowie Matten mit Igelpolstern auf steinigén Böden und bei starker Beweidung, 4 = *Cedrus deodara*-Wald, 5 = *Quercus ilex* s.l.-Stufe, 6 = *Olea cuspidata*-*Pinus longifolia*-Stufe, 7 = Wüstensteppe (4-7 gehören nicht zum Großraum VII).

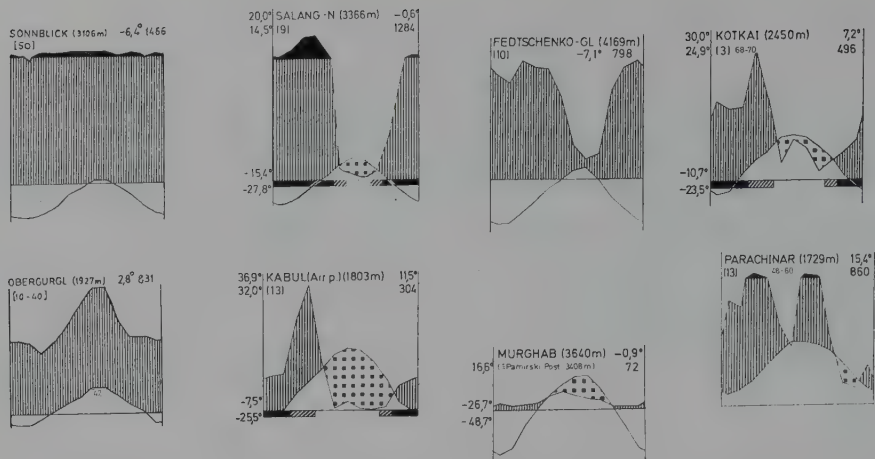


Abb. 217. Klimadiagramme hochgelegener Stationen in Afghanistan und Pamir (zum Vergleich links 2 Stationen aus den Alpen). Parachinar erhält Monsunregen im Sommer. Aus S.-W. BRECKLE 1973.



Abb. 218. Alpine Stufe im Hindukusch, Salang-Nordseite: Geschlossene Pflanzendecke nur bei Wasserzufluß (Foto S.-W. BRECKLE).

Vorläufige Gliederung der Vegetation in den Hochregionen des afghanischen Hindukusch.

Stufe	Fels-	Gesteinsfluren	Schutt-	offene Rasen	Frostbodenfluren	Schneeböden	Flachmoore	Sumpffluren	Schmelzwasser, Quellfluren
nival	<i>Aulacospermum</i> , <i>Nepeta pamirensis</i> , <i>Corydalis gortschakovii</i> , <i>Psychrogeton</i> , Flechten	<i>Saxifraga flagellaris</i> , <i>Nepeta pamirensis</i> , <i>Delphinium brunonianum</i> , <i>Ermania himalayensis</i> , <i>Androsace villosa</i> , <i>Waldheimia tomentosa</i> , <i>Ranunculus shaftianus</i> , <i>Delphinium brunonianum</i> , <i>Papaver involucreatum</i> , <i>Chorispora bungeana</i> (E), <i>Didymophyssa fedtschenkoi</i> , <i>Corydalis metallica</i> , <i>Leontopodium campestre</i> , <i>Cousinia</i> , <i>Psychrogeton</i> , <i>Acantholimon diapensioides</i> (E), <i>Astragalus (Myobroma)</i> , <i>Oxytropis immersa</i> , <i>Erigeron</i> (E)		<i>Phaeonchidium surculosum</i> , <i>Nepeta pamirensis</i> , <i>Ermania himalayensis</i> , <i>Carex nivalis</i> , <i>Saussurea gnaphalodes</i> , <i>Draba affghanica</i> , <i>Smelowskia calycina</i> (E), <i>Androsace villosa</i> , <i>Carex nivalis</i> , <i>Potentilla multifida</i> , <i>Sedum heterodontum</i> , <i>Winklera silafolia</i> , <i>Leontopodium campestre</i> , <i>Cousinia</i> , <i>Psychrogeton</i> , <i>Acantholimon diapensioides</i> (E), <i>Astragalus (Myobroma)</i> , <i>Oxytropis immersa</i> , <i>Erigeron</i> (E)	<i>Ermania himalayensis</i> , <i>Nepeta pamirensis</i> , <i>Draba affghanica</i> , <i>Saussurea gnaphalodes</i> , <i>Primula macrophylla</i> , <i>Cerastium cerastioides</i>		—	<i>Primula macrophylla</i> , <i>Nepeta pamirensis</i> , <i>Cerastium cera-stioides</i> , <i>Ermania himalayensis</i> , <i>Saussurea gnaphalodes</i>	
alpin	<i>Parrja nudicaulis</i> (W), <i>Nepeta glutinosa</i> (E), <i>Rubia tibetica</i> , <i>Rheum tibeticum</i> , <i>Phaeonchidium surculosum</i> , <i>Valeriana fedtschenkoi</i> , <i>Eritritium</i> , <i>Hymenolaena</i>	<i>Arnebia euchroma</i> , <i>Rheum</i> , <i>Artemisia</i> , <i>Astragalus</i> , <i>Cousinia</i> , <i>Isopyrum anemonoides</i> , <i>Nepeta spathulifera</i>		<i>Chorispora macrophylla</i> , <i>Draba affghanica</i> , <i>Saxifraga hirculus</i> (E), <i>Gentiana aquatica</i> (E), <i>Melandryum apetalum</i> , <i>Braya oxycarpa</i> , <i>Pedicularis</i> , <i>Carex</i>	<i>Chorispora macrophylla</i> , <i>Draba affghanica</i> , <i>Draba korschinskii</i> , <i>Ranunculus rufosepalus</i> , <i>Androsace villosa</i> , <i>Cerastium</i> , <i>Kobresia</i> , <i>Primula capitellata</i>	<i>Kobresia</i> , <i>Primula macrophylla</i> , <i>Saxifraga hirculus</i> (E), <i>Gentiana aquatica</i> (E), <i>Melandryum apetalum</i> , <i>Braya oxycarpa</i> , <i>Pedicularis</i> , <i>Carex</i>		<i>Primula macrophylla</i> , <i>Primula capitellata</i> , <i>Cerastium cera-stioides</i> , <i>Ermania himalayensis</i> , <i>Saussurea gnaphalodes</i>	
subalpin	<i>Lonicera semenovii</i> , <i>Potentilla phyllocladylx</i> (E), <i>Hymenolaena</i> , <i>Nepeta glutinosa</i> (E), <i>Cerasus</i> , <i>Rheum tibeticum</i> , <i>Paraquilegia grandiflora</i> , <i>Scutellaria</i> , <i>Dionysia tapetodes</i>			<i>Knieholzbestände</i> (E) <i>Juniperus nana</i> , <i>Juniperus squamata</i> (E), <i>Betula utilis</i> (E), <i>Rhododendron collettianum</i> (E), <i>Lonicera</i> , <i>Berberis</i> , <i>Ephedra</i> , <i>Rosa</i> , <i>Ribes</i> <i>Eremurus kaufmannii</i>			<i>Bachränder</i> <i>Salix</i> , <i>Betula utilis</i> (E), <i>Populus</i> , <i>Hippophaë</i> (E), <i>Myricaria</i> (E), <i>Urtica</i> , <i>Epilobium latifolium</i> (E), <i>Oxyria digyna</i>		

(W: vorwiegend in den zentralafghanischen Gebirgen, im Westlichen Hindukusch, E: nur in den Gebirgen in Ost-Afghanistan, also im Zentralen und Östlichen Hindukusch)



Abb. 220. Subalpine Dornpolster- und *Cousinia*-Halbwüste (3300 m NN) in Zentral-Afghanistan (Foto S.-W. BRECKLE, ebenso Foto 220a und 221).

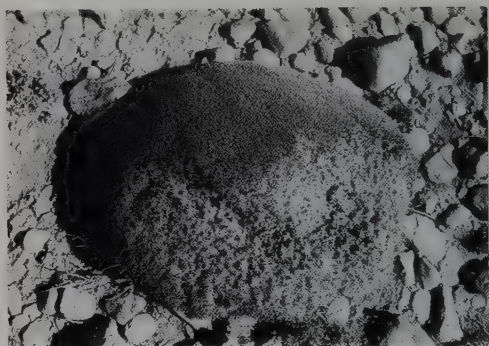


Abb. 220a. Einzelpolster von *Acantholimon* von der Obergrenze der Dornpolsterstufe (3600 m NN) mit durch Frosttrocknis abgestorbener Südseite.

5. Übergang von Sibirien zu dem zentralasiatischen Wüstengebiet

a) Das Tuwa-Gebiet

Im Gegensatz zu Sibirien gehört Zentralasien, das im Westen durch hohe Gebirge ganz abgeschirmt ist, einem anderen Klimatypus an; denn es steht schon unter dem Einfluß der ostasiatischen Sommerzyklonen: Die Winter sind ex-

trem trocken, allerdings unter dem Einfluß des ostsibirischen Hochs zugleich sehr kalt, aber die Regen fallen nur im Sommer. Den Übergang von den sibirischen Klima- und Vegetationsverhältnissen zu denen Zentralasiens vermittelt das Tuwa-Gebiet, das östlich vom Altai und südlich vom Westlichen Sajan-Gebirge zwischen 50–54° N und 89–99° E liegt (SOBOLEVSKAJA 1950).

Es handelt sich um ein 300 km langes Becken, das vom oberen Jenissej durchflossen wird, eine Höhenlage von 500–800 (1000) m NN hat und nach Süden bis zu den Gebirgen Westlicher Tannu-Ola und Östlicher Tannu-Ola reicht (Abb. 222). Diese Gebirge bilden die Wasserscheide gegen die Mongolei und grenzen somit den sibirischen Raum vom zentralasiatischen ab. Im östlichen Teil liegt eine Bergregion mit den Quellflüssen des Jenissej mit mittleren Höhen von 1500–1700 m NN (bis 2150 m NN). Sie stößt an das Östliche Sajan-Gebirge an.

Die Tannu-Ola-Gebirgsketten sind 1900–2700 m NN hoch, die Wasserscheide selbst ist flach, stark sumpfig und mit einer subalpinen Vegetation aus *Betula humilis* mit *Dasiphora* (*Potentilla*) *fruticosa* und *Spiraea alpina* bedeckt, wobei höher in der alpinen Zwergstrauch-tundra *Betula rotundifolia* und *Rhododendron parviflorum* hinzukommen. Die höchsten Erhebun-

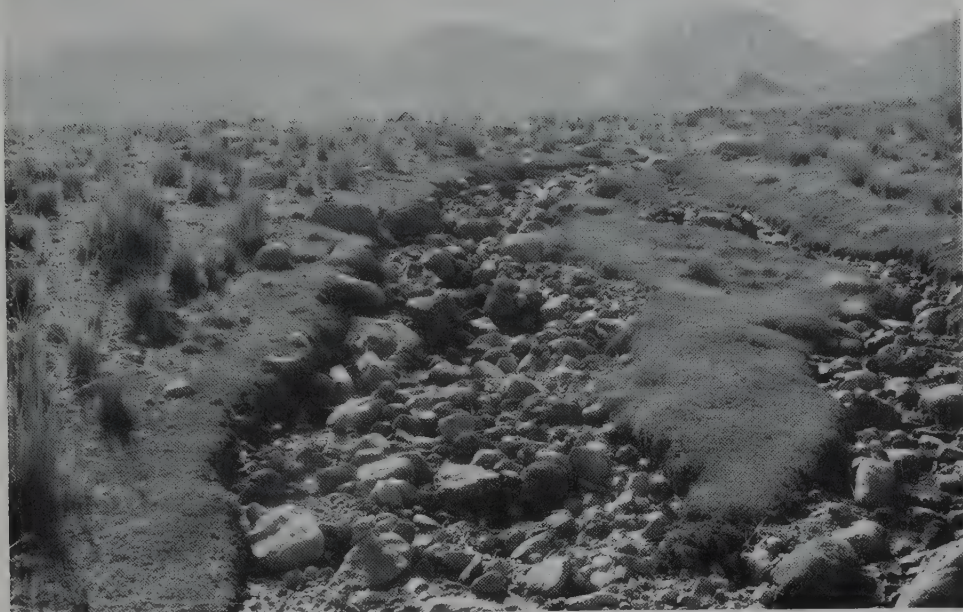


Abb. 221. Dichter niedriger *Kobresia*-Rasen nur am Schmelzwasserbach, sonst *Leucopoa*-Flur (im Bereich der oberen Dornpolsterstufe). Koh-e-Baba in Zentral-Afghanistan.

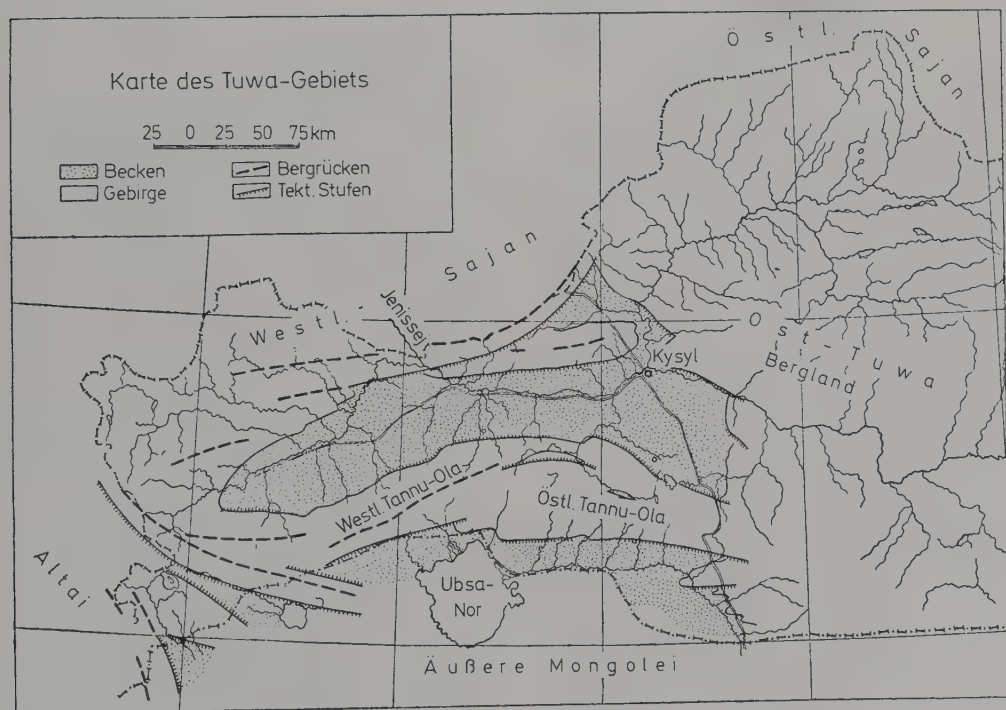


Abb. 222. Lage und geomorphologische Gliederung des Tuwa-Gebiets (nach SOBOLEVSKAJA).

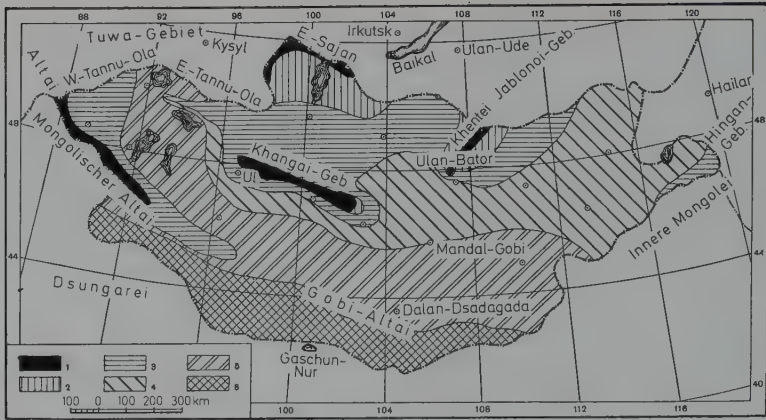


Abb. 223. Vegetationskarte und Hauptgebirgszüge der Äußeren Mongolei (nach JUNATOV, verändert): 1 = Hochgebirge, 2 = Gebirgswälder, 3 = Gebirgssteppen, 4 = Steppenzone, 5 = Zone der Wüstensteppen, 6 = Wüstenzone. Ul = Uliassutei (Jibhalanta).

gen mit 4000 m NN liegen im Südwesten, wo die Gebirgsketten des Westl. Sajan und des Altai mit dem Tannu-Ola zusammentreffen.

Die Steppen in den Becken, die einen Übergang von den südsibirischen zu den mongolischen bilden, wurden von uns bereits besprochen (S. 221). Die Gebirgswälder gleichen noch den sibirischen mit einem absoluten Vorherrschen von *Larix sibirica* und der Arve (*Pinus sibirica*), die bis zur oberen Waldgrenze (höchster Fundort bei 2175 m NN) hinaufsteigt und auf die 19% der gesamten Waldfläche entfallen.

Picea obovata kommt meist nur bis 1200 m NN vor, aber immer in Mischbeständen, *Abies sibirica* beschränkt sich auf das Sajan-Gebirge, an dessen Nordhängen diese Wälder auch Laubwaldrelikte enthalten (*Asperula odorata*, *Cardamine impatiens*, *Stachys sylvatica*, *Epilobium montanum*, *Dryopteris filix-mas*, *Anchusa myosotidiflora*).

Die Kiefer (*Pinus sylvestris*) spielt eine geringe Rolle (12% der Waldfläche) und steigt im Gebirge nicht über 1100 m NN hinauf. Als eine Baumart der Flußauen ist *Populus laurifolia* zu nennen, eine Pappel, die auch im Altai vorkommt.

Auf die Waldgesellschaften brauchen wir nicht näher einzugehen; sie entsprechen denen im östlichen Altai (vgl. Teil VII). Es sind *Larix*-Wälder mit Parkcharakter in den unteren Lagen der Waldsteppe oder *Larix*-Gebirgswälder, bzw. eine Gebirgstaiga aus Mischbeständen mit *Pinus sibirica*, aber auch aus reinen *Pinus sibirica*-Wäldern im Hochgebirge. Auch der Unterwuchs entspricht dem im Altai.

Auf den Geröllflächen an den Flußufern treten jedoch die für Zentralasien so charakteristischen Bestände von *Myricaria* und *Hippophaë* auf.

Die Vegetation am Südhang der Tannu-Ola-Gebirgsketten, die zum Becken mit dem See Ubsa-Nor abfallen, trägt bereits ganz mongolisches Gepräge und soll deshalb im nächsten Abschnitt besprochen werden.

b) Äußere Mongolei (ohne Gobi)

1) Allgemeines

Die Äußere Mongolei liegt südlich vom SE-Altai, vom Tuwa-Gebiet und von Transbaikalien (Jablonoi-Gebirge und Dahurien). Sie erstreckt sich von Norden nach Süden mit der Wüste Gobi über 1260 km bis über den 41° N, wobei der See Gaschun-Nur die Grenze zur Alaschan-Wüste bildet. Die Länge des Gebiets von Westen nach Osten beträgt 3268 km (Abb. 223).

Im Südwesten wird die Mongolei von der Dsungarei durch das westliche Vorland des Mongolischen Altai abgegrenzt; dieser bildet die direkte Fortsetzung des russischen SE-Altai. Die Südwestecke wird gerade noch von den Ausläufern des Östlichen Tjanschan erreicht.

Der Mongolische Altai (bis 4653 m NN) geht in südöstlicher Richtung an Höhe ständig abnehmend in den Gobi-Altai über, der unter 3000 m NN bleibt. Im nördlichen Teil der Mongolei (um Jibhalanta oder Uliassutai) liegt das Gebirgsland Khangai (bis 4031 m NN), von dem nach Norden weitere Gebirgsrücken zum Öst-

lichen Sajan und dem Transbaikal-Gebiet hin verlaufen. Nördlich von der Hauptstadt Ulan-Bator erstreckt sich der Khentei-Gebirgszug (2751 m NN) in nordwestlicher Richtung zum Jablonoi-Gebirge. Vom Tannu-Ola setzt sich die Wasserscheide zwischen dem Eismeer (Jenissej, Selenga) und den riesigen abflußlosen zentralasiatischen Beckenlandschaften auf dem Kamm von diesem Gebirge fort.

Südlich vom Tannu-Ola und zwischen dem Mongolischen Altai, sowie dem Khangai-Gebirgsland liegt eine weite abflußlose Depression, die als «Becken der großen Seen» bekannt ist. Es handelt sich um ein früheres pleistozänes Seebecken, von dem heute nur noch eine Halbwüste und Restseen verblieben sind. Nach Süden ist diese Depression durch einen Grabenbruch zwischen dem Khangai und dem Gobi-Altai von den Ebenen der SW-Mongolei getrennt, weist jedoch den gleichen Halbwüsten-Charakter der Vegetation auf.

Im Gegensatz zu dieser Gebirgslandschaft im Westen ist die östliche Hälfte der Mongolei ein ziemlich ebenes Hügelland. Das große Hingan-Gebirge liegt bereits außerhalb der Ostgrenze; nur die Vorberge erreichen noch im Osten die Äußere Mongolei.

Die Höhenunterschiede in diesem Gebiet bedingen eine deutliche Höhenstufengliederung der Vegetation, doch hat das trockene Klima zur Folge, daß eine Waldstufe nur an den Nordhängen auftritt, während an den Südhängen die Steppenvegetation direkt in die alpine Stufe übergeht. Im Khangai-Gebirgsland dringt der Wald mit borealen Elementen noch bis zum 46° N vor (Abb. 224), während in den Depressionen dazwischen die Wüstenelemente ihre nördlichste Grenze in Eurasien bei 50–51° N erreichen. Der Saksaul (*Haloxylon*) kommt 2° nördlicher vor als die südlichste *Larix sibirica*. Die nördlichste *Anabasis-Nanophytum*-Wüste liegt auf demselben Breitengrade wie die südlichste Arven-Taiga im Gebirge.

Die von allen Seiten durch hohe Gebirgszüge abgeschnittene Mongolei zeichnet sich durch extreme Kontinentalität aus. Die absolute Temperaturschwankung erreicht 90° C (Maximum 40°, Minimum –50° C) und die Tagesschwankungen der Temperatur sind sehr groß (bis 20–25° C). Permafrostinseln sind selbst bei 47° N vorhanden. Die Vegetationszeit dauert 90–120 Tage. Fröste treten noch im Mai und schon wieder im August auf. Selbst in den Step-



Abb. 224. Gebirgstaiga im NW der Äußeren Mongolei (Foto P. HANELT): Talsohle in 1900 m NN mit Auwiesen (*Iris biglumis* im Mittelgrund), dahinter Weidengebüsch auf Flußschottern, *Larix sibirica*-Wälder am Hang mit einer kleinen baumlosen Stelle (Gebirgssteppe) in Südexposition.

pen kann Ende Juli Schnee fallen. Die Niederschläge betragen im Norden 250–350 mm, im Süden 100–150 mm (vgl. Klimadiagramm Dalan-Dsadagada, Abb. 242). Die Schwankungen von Jahr zu Jahr sind groß. 1944 betrug der Jahresniederschlag in Ulan-Bator nur 118 mm, 1943 dagegen 380 mm, wobei an einem Tage 108 mm fielen. 75–90% der Niederschläge sind Sommerregen, meist als starke Güsse, insbesondere im Juli–August. Deshalb ist die Hauptwachstumszeit der Sommer, während eine Frühjahrsentwicklung unterbleibt. Es kommen nur Sommer-ephemere vor, wie *Salsola ruthenica*, *S. collina*, *Chenopodium acuminatum*, *Corispermum hyssopifolium*, *Axyris amaranthoides*, in der Gobi auch annuelle Gräser mehr subtropischen Ursprungs wie *Pappophorum boreale*, *Aristida adscensionis*, *Eragrostis minor*, auf Sanden *Agriophyllum gobicum* (Chenop.), *Echinopsilon divaricatum*, in der Wüste *Halogeton glomeratus*, *H. arachnoideus*. Von Zwiebelpflanzen ist nur *Allium polyrrhizum* (auch *A. tenuissimum*) mit einer sommerlichen Entwicklungszeit vertreten. Die Winter sind

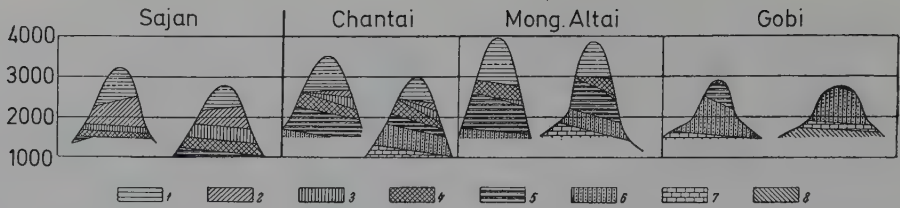


Abb. 225. Schema der verschiedenen Höhenstufen in der Mongolei und den benachbarten Gebieten (nach JUNATOV): 1 = Hochgebirgsstufe (gestrichelt obere Grenze der geschlossenen Rasen), 2 = Gebirgsstaiga, 3 = Lärchen- und z. T. Mischwälder, 4 = Gebirgssteppen, 5 = Steinige trockene *Stipa*- und *Artemisia*-Steppen, 6 = Gebirgs-Wüstensteppen mit *Stipa* und *Salsola*, 7 = *Salsola*-Wüsten, 8 = *Haloxylon*-Wüste (Saksaul).



Abb. 226. Mittleres Selenga-Tal (östl. Muren) mit Auwald entlang des Flusses, sonst Kurzgras-Steppe (*Festuca*, *Poa*, *Koeleria*) und *Larix* nur an Nordhängen (Foto P. HANELT).

kalt, klar und trocken; die Schneedecke ist selbst im Norden nicht über 10–15 cm dick. Die im Winter trockenen Pflanzen dienen dem Vieh als Nahrung.

2) Die Vegetation

In geobotanischer Hinsicht wurde die Mongolei relativ gut untersucht (JUNATOV 1950, KALININA 1954, VIPPER 1953, GERASSIMOV und LAVRENKO 1952).

Die Vegetationszonen sind aus Abb. 223 zu erschen, die Höhenstufenfolgen zeigt schematisch Abb. 225. Sie unterscheiden sich grundsätzlich von denen Sibiriens und Kasachstans.

Eine typische Waldstufe in mittlerer Höhenlage findet man nur noch im Sajan-Gebirge (Abb. 223, oben); die Wälder kommen sonst nur inselförmig an Nordhängen vor (Abb. 226) und sind als Relikte zu betrachten, im Gobi-Altai fehlen sie ganz. Die Steppen gehen im Gebirge hoch hinauf, aber keine von diesen Gebirgssteppen sollte als Wiesensteppe bezeichnet werden. Solche fehlen der Mongolei; denn es handelt sich um kryo-xerophile Gebirgssteppen mit *Festuca* aus der Gruppe *F. sulcata*, *Koeleria gracilis*, *Agropyrum cristatum*, *Poa botryoides* und *Carex pediformis*, sowie *Artemisia frigida*, *A. tanacetifolia* zusammen mit Hochgebirgsarten, wie *Aster alpinus*, *Leontopodium campestre*, *Potentilla sericea*,



Abb. 227. Obere Waldgrenze (*Larix*) über 2200 m NN im NW der Äußerer Mongolei (Foto P. HANELT): Dichter *Betula rotundifolia*-Teppich, dazu *Dryas*-Matten an windexponierten Stellen mit geringer Schneebedeckung.

Androsace incana, *Gentiana pseudoaquatica*, *G. tenella*, *Kobresia* u. a.

Die Böden dieser Gebirgssteppen sind keine Schwarzerden, sondern eine trockene Ausbildung von Gebirgsrasenböden mit einer braunen Färbung. Auch der Übergang der trockenen Steppe in der mittleren Mongolei in «Wüstensteppen» vollzieht sich anders als in Kasachstan. Die trockenen Steppen auf Kastanienerde gehen nicht in Wermutsteppen mit halophilen Arten auf solonziertem Burosem über, sondern sie werden durch lichte Bestände von *Stipa glareosa*, *Stipa gobica*, mit *Allium polyrrhizum*, *A. mongolicum*, *Convolvulus ammannii* gebildet mit Halbsträuchern wie *Tanacetum achilleoides*, *Eurotia ceratoides* und Artemisien (nicht aus dem Subgenus *Seriphidium*) wie *A. xerophytica*, *A. caespitosa*, sowie Sträuchern (verschiedene *Caragana*-Arten), die über die ganze Fläche zerstreut stehen. Von halophilen Arten kommt am häufigsten *Anabasis brevifolia* vor.

Die rötlich-braunen Böden dieser Wüstensteppe sind nicht solonziert, jedoch kalkreich. Solonez bildet sich nur, wenn bestimmte Schichten des Muttergesteins salzhaltig sind (rote Gobilehne). Bei den rötlich-braunen Böden wird die oberste verwitterte Schicht des anstehenden Gesteins ein wenig durch den Pflanzenwuchs beeinflusst. Somit haben diese «Wü-

stensteppen» kaum etwas mit den Halbwüsten Mittelasiens gemein.

Die floristischen Unterschiede gegenüber den euro-west-sibirischen und kasachstanischen Steppen und Halbwüsten sind groß.

Der Mongolei fehlen die *Stipa*-Arten aus der *Pennatae*-Gruppe. Es sind vielmehr nur solche aus der *Capillatae*- und kleingefiederte aus der *Barbatae*-Gruppe vorhanden. Ebenso fehlt ganz die Untergattung *Seriphidium* der Gattung *Artemisia*. Eine Besonderheit der Mongolei sind auch die *Allium*-Arten und die vielen *Caragana*-Sträucher, während aus den europäisch-sibirischen Steppen eine einzige (*C. frutex*) bekannt ist. Alle Frühlingsephemeren fehlen der Mongolei; nur im Westen ist eine Art, *Tulipa uniflora*, vorhanden. Auch sonst sind die strauchigen Arten der Wüste zentralasiatische, meist mongolische oder dsungaro-gobische Geoelemente, im Gegensatz zu den turano-iranischen Mittelasiens. Gemeinsam ist beiden der Saksaul, *Haloxylon ammodendron*.

Eine Ausnahme bilden die Wälder, die hier in der Mongolei wie ein Fremdkörper wirken und floristisch denen Sibiriens und des Altai entsprechen. Die typische Gebirgs-Taiga findet man im Khentei über 1700–1800 m NN. Es sind Arven und Arven-Lärchen-Wälder, seltener *Abies sibirica* oder *Picea obovata* und *Pinus sylvestris*,



Abb. 228. Übergangszone zwischen Wald und Steppe im nordwestlichen Khangai-Gebirge (Foto P. HANELT). *Larix*-Wald nur noch in Schluchten.

meist vom Typus *vaccinieta* oder *uligino-ledeta*, mit der für diese durchaus typischen Artenkombination (*Lycopodium*, *Linnaea*, *Pirolaceen*, *Majanthemum*), aber auch mit *Bergenia crassifolia*, *Rhododendron chrysanthum*; dazu kommen Hochstauden und Sträucher (*Lonicera*, *Rosa*, *Ribes*, *Berberis*, *Spiraea*, *Dasiphora*, *Sambucus*, *Sorbus*, *Alnus fruticosa* u. a.).

Eine viel wichtigere Rolle spielen in den Bergen die Gebirgssteppen, deren untere Grenze im Khangai im Norden über 1000–1200 m NN, im Süden über 1400–1500 m und im Mongolischen Altai über 1800–2000 m liegt. Eine obere Grenze kann man nicht angeben, da der Übergang von der subalpinen Stufe zur alpinen sich ganz allmählich vollzieht und physiognomisch nicht in Erscheinung tritt. In diesen Steppen, auf die wir bereits hinwiesen, treten mit zunehmender Höhe *Kobresia bellardii*, *Trisetum spicatum*, *Carex melanantha*, *Poa sibirica*, *Polygonum viviparum*, *Gentiana algida* und andere alpine Arten auf. Als Beispiel bringen wir eine sehr typische subalpine Zwergbirken-Gesellschaft auf einem Sattel (2029 m NN) des Tannu-Ola-Gebirges; der Sattel ist von allen Seiten vom Lärchen-Fichten-Arven-Wald umgeben, wobei die Arve die Baumgrenze bildet.

Zwergstrauchschicht 50 cm hoch: 4 *Betula*

rotundifolia, 3 *Dasiphora fruticosa*, 2 *Spiraea alpina*, + *Aconitum czekanovskii* (Abb. 227).

Obere Krautschicht 20–30 cm: 2 *Festuca supina*, 2 *Poa sibirica*, 3 *Kobresia bellardii*

Untere Krautschicht 10/20 cm: + *Gentiana altaica*, + *G. algida*, + gr. *Pedicularis longiflora*.

Außer diesen Determinanten sind weitere Arten in dem sehr dichten Bestand: 1 *Trisetum spicatum* v. *molle*, 1 *Carex stenocarpa*, 1 *C. ensifolia*, 2 *C. curaica*, 1 *Saxifraga hirculus*, 1 *Aster flaccidus*, 1 *Crepis chrysanthus*, (alle weiteren +) *Festuca pseudovina*, *Carex perfusa*, *C. melanantha*, *C. enervis*, *Avenastrum mongolicum*, *Aconitum altaicum*, *Dianthus superbus*, *Melandrium triste*, gr. *Pedicularis longiflora*, *Campanula steveni*, *Dracocephalum altaicense*, *Trollius asiaticus*, *Polygonum alpinum*, *Primula algida*, *Veratrum lobelianum*, *Agrostis trinitii*, *Alopecurus pratensis*, *Galium verum*, *G. boreale*, *Stellaria graminea*, *Salix glauca*, *S. reticulata*, *Trisetum sibiricum*, *Juncus gerardi*, *Luzula multiflora*, *Eriophorum scheuchzeri*, *Hordeum brevisubulatum*, *Hedysarum polymorphum*, *Gentiana nutans*, *Polemonium coeruleum*, *Potentilla supina*, *P. norvegica*, *Euphrasia tatarica*, *Equisetum arvense*, *Alchemilla altaica*, *Myosotis sylvatica*.

Etwas höher beginnen die alpinen Rasen mit mehreren *Kobresia*-Arten, *Poa altaica*, *P. sibirica*, *Hierochloa alpina*, *Avenastrum asiaticum*, *Festuca rubra*, vielen *Carex*-Arten und Kräutern wie *Thalictrum alpinum*, *Cerastium alpinum*, *Senecio frigidus*, *Ranunculus pulchellus*, *Potentilla nivea*, *Saxifraga flagellaris*, *S. hirculus*, *Leontopodium*-Arten, *Oxygraphis glacialis* (Ranunc.), *Lagotis altaica* (Scrophul.), *Claytonia ioanneana* (Portulac.) u. a.

Mit Annäherung an die Schneegrenze lösen sich die Matten auf, aber über diese hinaus findet man in der nivalen Stufe noch *Sedum algidum*, *Dracocephalum bungeanum*, *Waldheimia tridactylites*, *Saussurea sorocephala*, *Saxifraga oppositifolia*, *S. sibirica* u. a.

Der Übergang von Gebirgssteppen zu den alpinen Matten vollzieht sich je nach der Exposition und Feuchtigkeit in ganz verschiedenen Höhen. Es kommen außerdem auch Moore vor mit *Carex*-Arten (anstelle von *Kobresia*) und *Eriophorum angustifolium*, *Juncus triglumis*, *Ligularia sibirica*, *Allium schoenoprasum*, *Pedicularis oederi* u. a., aber auch Zwergbirkenbestände mit *Betula rotundifolia* (im Khentei auch *Betula exilis*, *Dasiphora* und *Salix*-Arten). Doch unterscheidet sich diese Vegetation nur wenig von der entsprechenden in den sibirischen Gebirgen.

Wichtiger ist für uns die Übergangszone von den Wäldern zu den Steppen (Abb. 228) und die



Abb. 229. Zonale Kurzgrassteppe aus *Poa botryoides*, *Koeleria gracilis*, und *Festuca lenensis* im Hochland westlich von Ulan-Bator (Foto P. HANELT).

zonale Vegetation von den eigentlichen Steppen über die Wüstensteppen zu den Wüsten im Süden.

3) Mongolische zonale Steppen

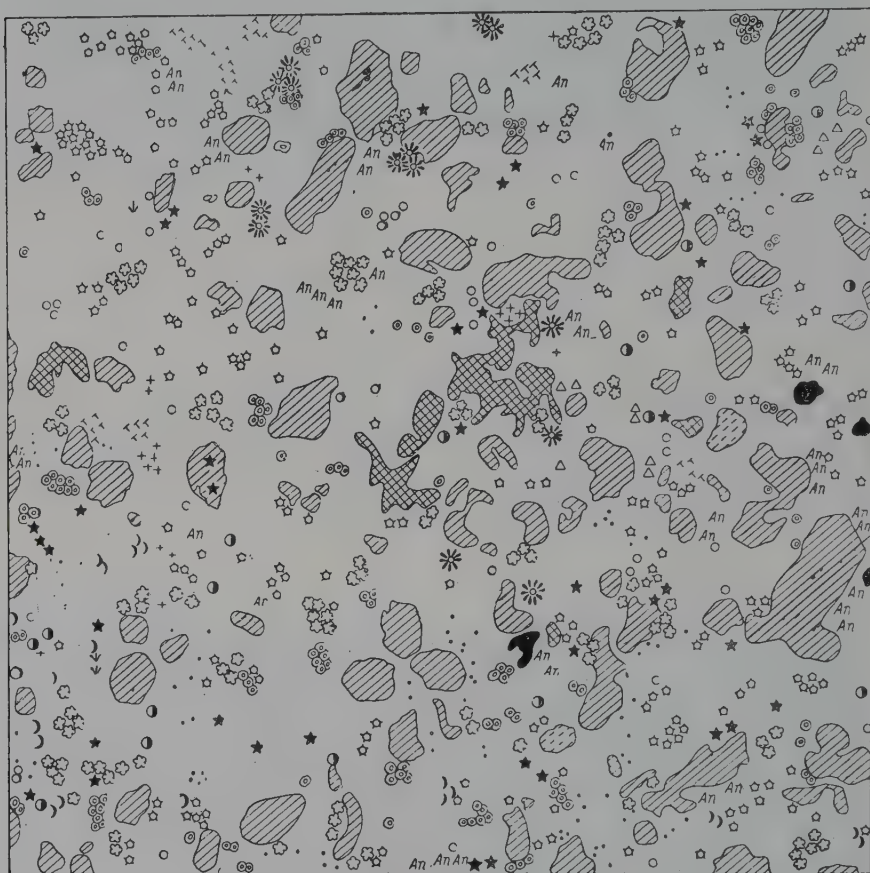
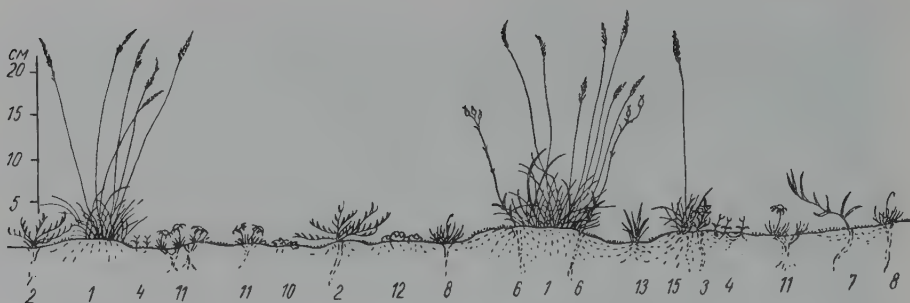
Die echten Steppen nehmen, entsprechend der größeren Feuchtigkeit im Osten, die Flächen zwischen dem Großen Hingan sowie dem Khan-

gai (im Westen) ein und gehen nur wenig um letzteren herum bis in das Gebiet der Großen Seen (Abb. 229).

Sie bilden eine Einheit mit den transbaikalischen in Dahuiien (Selenginsk- und Nertschinsk-Steppen) und gehören zum Typus der krautarmen Grassteppen des extrem-kontinentalen Klimas auf Kastanienerden mit meist hohem Steingehalt.



Abb. 230. Wüstensteppe bei Bulgan (Gobi, NW von Dalan-Dsadagada) Ende Juni mit fruchtender *Stipa glareosa*, außerdem *Allium polyrrhizum*, *A. mongolicum* u. a. (Foto P. HANELT).



- | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |

Abb. 231. *Tanacetum sibiricum*-*Festuca lenensis*-Assoziation (gez. DAVASHAMZA, aus KALININA): 1 *Festuca lenensis*, 2 *Tanacetum sibiricum*, 3 *Scabiosa fischeri*, 4 *Androsace incana*, 5 *Thymus serpyllum* s.l., 6 *Silene jenissensis*, 7 *Polygonum angustifolium*, 8 *Arenaria capillaris*, 9 *Potentilla sericea*, 10 *P. acaulis*, 11 *Arctogeron gramineum*, 12 *Orostachys spinosa*, 13 *Allium bidentatum*, 14 *Artemisia commutata*, 15 *Koeleria gracilis*, 16 *Amblynotus subovatus*, 17 *Alyssum lenense*, 18 *Parmelia vagans* (ca. $\frac{1}{10}$ nat. Gr., Probestflächen 1 m²).



Abb. 232. Krautreiche Kurzgras-Steppe in der Mongolei (nach KALININA): 1 *Caragana stenophylla*, 2 *Stipa capillata*, 3 *Cleistogenes squarrosa*, 4 *Poa botryoides*, 5 *Koeleria gracilis*, 6 *Agropyrum cristatum*, 7 *Carex duriuscula*, 8 *Artemisia frigida*, 9 *Alyssum lenense*, 10 *Orostachys spinosa*, 11 *Potentilla acaulis*, 12 *P. bifurca*, 13 *Heteropappus hispidus*, 14 *Allium bidentatum*, 15 *Crepis pallasii*, 16 *Pulsatilla ambigua*, 17 *Silene lenensis*, 18 *Oxytropis oxyphylla*, 19 *Arenaria capillaris*, 20 *Bupleurum bicaule*, 21 *Veronica incana*, 22 *Cymbaria dahurica*, 23 *Iris tigridia*, 24 *Dianthus versicolor*, 25 *Parmelia vagans* ($\frac{1}{10}$ nat. Gr.).

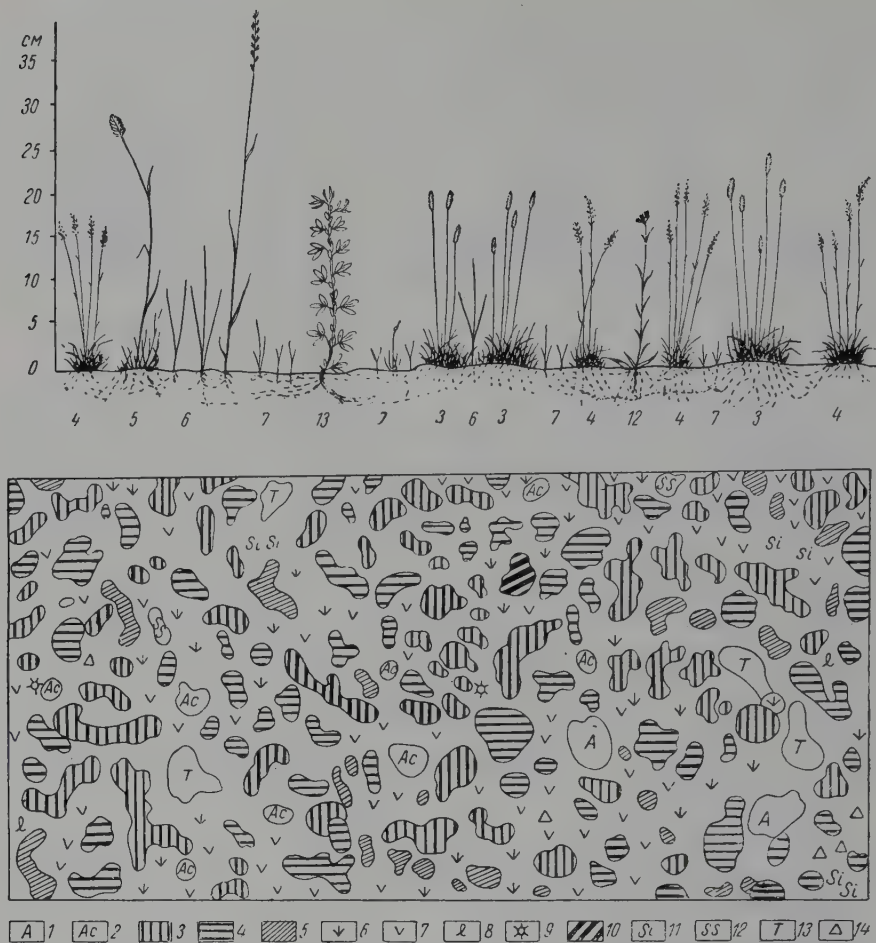


Abb. 233. *Aneurolepidium*-Kurzgras-Assoziation (nach KALININA): 1 *Artemisia dracunculus*, 2 *Arenaria capillaris*, 3 *Koeleria gracilis*, 4 *Poa botryoides*, 5 *Agropyrum cristatum*, 6 *Aneurolepidium pseudoagropyrum*, 7 *Carex pediformis*, 8 *Androsace septentrionalis*, 9 *Pulsatilla ambigua*, 10 *Stipa capillata*, 11 *Sibbaldianthe adpressa*, 12 *Saussurea salicifolia*, 13 *Thermopsis lanceolata*, 14 *Allium bidentatum* ($1/10$ nat. Gr.).

Die wichtigste Ausbildungsart ist die Steppe mit vorherrschender *Stipa capillata* s.l. (meist *S. decipiens*) und viel *Cleistogenes* (*Diplachne*) *squarrosa*.

Subdominant sind *Agropyrum cristatum*, *Carex duriuscula* und *Artemisia frigida*; dazu kommen *Aneurolepidium pseudoagropyrum*, *Koeleria gracilis*, *Poa botryoides*, *Potentilla tanacetifolia*, *P. acaulis*, *P. bifurca*, *Cymbaria dahurica* (Scroph.), *Pulsatilla turczaninovii*, *Bupleurum bicaule*, *Heteropogon hispidum*, *Serratula centauroides*, *Sibbaldianthe adpressa*, *Artemisia commutata*, *Convolvulus ammannii*, *Ptilotrichum canescens* (Cruc.), *Kochia prostrata*, *Salsola ruthenica*, *Chenopodium aristatum*, *Dontostemon integrifolius*

(Cruc.), u. a. Diese Steppen können etwas variieren: Östlich von Ulan Bator in einem etwas feuchteren Klima ist auf dunklen Kastanienerden *Aneurolepidium* zusammen mit *Stipa capillata* stärker vertreten. Es kommen hinzu: *Veronica incana*, *Galium verum*, *Echinops dahuricus*, *Linum baicalense*, *Dianthus versicolor*, *Stellera chamaejasme*, *Trigonella ruthenica*, *Polygonum divaricatum*, *Gypsophila dahurica*, *Trifolium lupinaster*, *Leontopodium palibinianum*.

Sobald die Böden steiniger werden, nehmen Sträucher (*Caragana*) bis zu 5–8% der Fläche ein. Sie fangen Sand auf und stehen auf 50–60 cm hohen Sandhaufen mit einem Durchmesser von 1–8 m. Im Norden ist es *Caragana microphylla*

und *C. pygmaea*, die sogar in die Wüstensteppen der Gobi hineingeht, während im Westen, im Gebiet der Großen Seen, *C. bungei* vorkommt, insbesondere an Gebirgshängen und auf Schuttfächern.

Auf etwas stärker solonzierten Böden sind die Steppen durch *Allium tenuissimum* gekennzeichnet; dagegen spielt das im Transbaikalgebiet unter etwas feuchteren Verhältnissen so häufige *Tanacetum sibiricum* nur auf sandigen Schwarzerden im Vorgebirge des Hingan eine Rolle.

Dort treten neben viel *Aneurolepidium* auch *Clematis angustifolia*, *Paeonia albiflora*, *Hemerocallis flava* und *Veratrum nigrum* auf.

Nicht sehr verbreitet sind um Senken herum Sandflächen mit Bulten, auf denen *Artemisia arenaria* s.l. mit *Hedysarum mongolicum*, *Polygonum divaricatum* wächst. Um nasse Senken oder Seen herum stehen große Horste von *Lasiagrostis splendens*; zur stärker verbrackten Mitte hin erscheinen *Allium polyrrhizum*, *Reaumuria soongorica*, *Artemisia maritima* und auf Solontschak *Suaeda corniculata* mit *Atropis tenuiflora*, *Kalidium*-Arten sowie *Nitraria sibirica*.

An die Steppen im Süden der Mongolei schließt sich die Zone der Wüstensteppen an (Abb. 230), die sich sehr deutlich von den Halbwüsten in Kasachstan unterscheiden. Der Komplexcharakter der Vegetation fehlt. Im Gegenteil sie sind sehr einförmig. Die Böden sind 40–50 cm tief, solonziert und reich an Kalkkonkretionen. Es herrschen *Stipa*-Arten der Reihe *Barbatae* vor (*S. gobica*, *S. glareosa*, *S. orientalis*, *S. caucasica*), zuweilen auch *Cleistogenes* (*Diplachne*) *sinensis*, die xerophytischer ist als *C. squarrosa*.

Dazu kommen Halbsträucher, verschiedene *Artemisia*- und *Tanacetum*-Arten, sowie *Kochia prostrata* und *Anabasis brevifolia*, zuweilen auch *Eurotia ceratoides* und *Caragana pygmaea*. Bei stärkerer Verbrackung fallen die *Stipa*-Arten aus und *Tanacetum achilleoides*, bzw. *T. trifidum* werden dominant. Besonders hervorzuheben wären die Typen mit *Allium polyrrhizum*. Von Kräutern sind noch zu nennen *Rheum nanum*, *Lagochilus ilicifolius*, *Iris tenuifolia*, *Zygophyllum rosovii* und auf überweideten Stellen *Peganum nigellastrum* neben anderen, die bereits angeführt wurden.

Die Struktur dieser Steppen geht aus den Projektionszeichnungen (1 m²) von KALININA deutlich hervor (Abb. 231–234). Die *Tanacetum sibiricum*-*Festuca lenensis*-Assoziation steht den Transbaikal-Steppen nahe. Die anderen sind typisch zentralasiatisch, wobei die *Allium*-*Stipa*-

Assoziation (Abb. 234) mit sehr geringer Deckung schon eine Wüstensteppe ist.

Wie überhaupt in der Mongolei, spielen Salzböden eine relativ geringe Rolle. Offensichtlich stehen keine an Salzen reichen maritimen Sedimentgesteine an. Salzflächen mit einer Chlorid-Sulfat-Verbrackung werden nicht beschrieben, auch nicht für die abflußlosen Senken (Toirime) der Gobi. *Lasiagrostis splendens* ist an Bodennässe gebunden; diese Grasart wächst auch auf Solontschak, aber es ist anzunehmen, daß sie dann in salzarmem Grundwasser wurzelt. Auf Sanden tritt *Haloxylon ammodendron* in Reinbeständen auf. Die einzelnen Bäumchen sind niedrig und stehen vereinzelt, weit von einander entfernt; neben *Artemisia arenaria* können auch *Calligonum mongolicum*, *Nitraria sibirica* vorkommen.

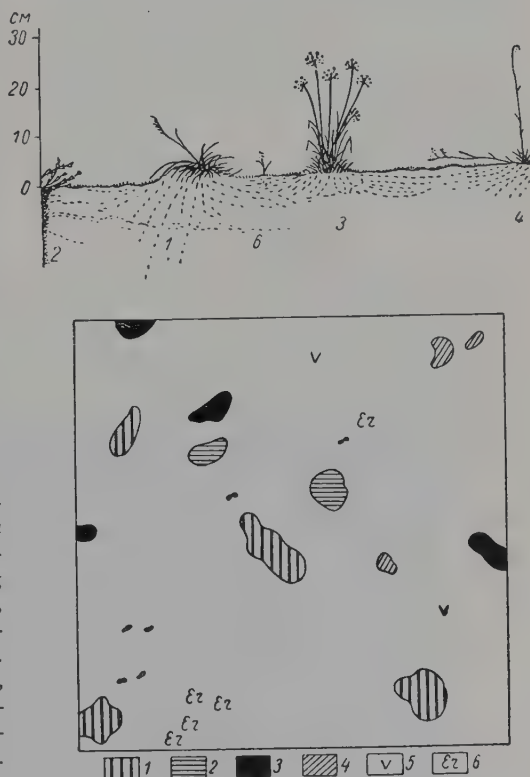


Abb. 234. *Allium*-*Stipa*-Assoziation (nach KALININA): 1 *Stipa glareosa* + *Stipa gobica*, 2 *Anabasis brevifolia*, 3 *Allium polyrrhizum*, 4 *Cleistogenes mutica*, 5 *Carex duriuscula*, 6 *Eragrostis minor* ($\frac{1}{15}$ nat. Gr.).



Abb. 235. *Zygophyllum xanthoxylon* aus der südlichen Gobi (Foto BESPALOVA, ebenso die Abb. 236 bis 240).

Unter den Sommer-Annuellen wäre *Agriophyllum gobicum* zu nennen und andere Chenopodiaceen (*Salsola*, *Corispermum*). Dazu kommen Varianten der Vegetation auf steinigem Böden vor.

Auf die mongolischen Wüsten (Gobi) kommen wir erst später zu sprechen (S. 298).

6. Sommerheiße Wüsten Zentralasiens (Petrov 1966, 1967)

a) Allgemeines

Der größte innerkontinentale Wüstenraum Eurasiens erstreckt sich von der unteren Wolga und dem Kaspischen Meer bis zu dem Gebirgszug des Großen Hingan im Osten, also nicht ganz bis zum Gelben Meer. Man trennt dabei die westlichen Wüstengebiete Mittelasien von den weit ausgedehnteren östlichen Zentralasiens ab. Die einzige Verbindung zwischen beiden bildet die Dsungarische Pforte zwischen dem Tarbagatai-Gebirge und dem Dsungarischen Alatau, der zum nördlichen Tjanschan-System gehört.

Ebenso wie in der Steppenzone stehen die Wüsten Mittelasien unter dem Einfluß der feuchten Luftmassen, die vom Atlantik kommen; die Niederschläge nehmen deshalb in diesem Gebiet von Westen nach Osten ab und die Sommer sind, namentlich im Süden trocken. Im Gegensatz dazu werden die Wüsten Zentralasiens vom ostasiatischen Monsun beeinflusst, oder sie zeichnen sich im westlichen Teil durch ein eigenes Wettergeschehen ab. Auf jeden Fall nehmen die Niederschläge hier von Osten nach Westen ab und erreichen das Minimum im



Abb. 236. *Brachanthemum gobicum* (Comp.) in der Zwergstrauchwüste der südlichen Gobi.

Tarim-Becken mit unter 60 mm (bis nur 10 mm) im Jahr.

Im Tertiär gab es in Eurasien zwei aride Zentren: das Saharische und das Zentralasiatische. Das alte Tethys-Meer erstreckte sich über Iran, Turan bis in die westsibirische Niederung. Nachdem im Spätertär infolge der gewaltigen Gebirgserhebungen das Tethys-Meer verschwand, wurde das neue Land von Osten und von Westen von Pflanzen besiedelt. Im Gebiet von E-Kasachstan und in der Dsungarei entstanden dabei Mischfloren (GRUBOV 1959, 1972, vgl. auch die etwas abweichende Gliederung von LAVRENKO).

Das mongolische Element in Zentralasien zeichnet sich durch eine Reihe alter Taxa aus, die in Asien sehr isoliert dastehen, z.B. *Potania mongolica* – eine Rosacee, die mit der capensischen Gattung *Cliffortia* verwandt ist, oder *Ammopiptanthus mongolicus* und *A. nanus* (von *Piptanthus* abzutrennen) – Leguminosen, die zur südafrikanischen Gattung *Podalyria* nahe Beziehungen aufweisen, oder auch die taxonomisch isolierten Arten *Zygophyllum xanthoxylon* (Abb. 235) *Z. kaschgaricum*, *Tetraena mongolica*, *Brachanthemum gobicum* (Abb. 236). Sehr kennzeichnend für Zentralasien sind die strauchförmigen *Caragana* spp., und *Hedysarum* spp.

Typische nur in Zentralasien vorkommende Arten sind folgende:

In Sandwüsten: *Caragana microphylla*, *C. bungei*, *C. korshinskii*, *Hedysarum scoparium*, *H. mongolicum*, *Atraphaxis frutescens*, *Oxytropis aciphylla*, *Haloxylon ammodendron* (Abb. 237), *Salix flavida* und die Kräuter *Artemisia ordosica*, *A. sphaerocephala*, *Pugionium cornutum* (Cruc.), *Agriophyllum gobicum*, *Psammochloa villosa*.

In sandig-kiesigen Wüsten auf Hochflächen der Kreide- und Tertiärformation: *Zygophyllum xanthoxylon* (Abb. 235), *Z. kaschgaricum*, *Potania mongolica*, *Ephedra przewalskii*, *Nitraria sphaerocarpa*, *Reaumuria soongarica*, *Calligonum mongolicum*, *Anabasis brevifolia*, *Salsola passerina* (Abb. 238–239), *Caragana pygmaea*, *C. frutescens*, *Asterothamnus* spp. (Comp.), *Artemisia xerophytica*, *Ammopiptanthus mongolicus*, *Stipa glareosa*, *S. gobica*. Arten, die auch noch in der kasachisch-dsungarischen Provinz vorkommen, sind: *Sympegma regelii*, *Ilijinia regelii*, *Eurotia ceratoides*, *Convolvulus tragacanthoides*, *C. gortschakovii*.

In Stein- und Schuttwüsten der Erhebungen: *Gymnocarpus przewalskii* und die bereits genannten *Nitraria*-, *Zygophyllum*-, *Tetraena*-, *Ammopiptanthus*-Arten, sowie *Ilijinia*, *Sympegma* und *Salsola laricifolia*.



Abb. 237. Junge *Haloxylon ammodendron*-Pflanze in der südlichen Gobi.

In Salzwüsten: *Kalidium gracile* und *K. cuspidatum*, während *K. foliatum* (Abb. 240) mehr turanogobisch ist, *Tamarix chinensis*, dazu andere, die auch in Mittelasien verbreitet sind.

Für Zentralasien charakteristische Arten sind außerdem noch *Tanacetum* (= *Hippolytia*) *achilleoides*, *T. trifidum*, *T. gobicum* sowie *Allium mongolicum* und *A. polyrrhizum*.

800 Flechten, die von SVEN HEDIN auf seiner NW-China-Expedition gesammelt wurden, hat MAGNUSON (1940) bestimmt. Es überwiegen Steinbewohnende Krustenflechten der Gattungen *Dermatocarpon*, *Acarospora*, *Lecidea*, *Buellia*, *Rinodina*, *Caloplaca*, *Hepia* und insbesondere *Lecanora*. Die Verwandtschaft mit den Flechten aus den Wüstengebieten Vorderasiens und Nordafrikas ist unverkennbar. Neben diesen Funden aus den Wüsten und Steppen werden einige aus Kiefernwäldern und von alpinen Matten angeführt.

Die in Mittelasien so große Flächen einnehmenden Gips-, Ton- und Lößwüsten sind in Zentralasien kaum vertreten.

Der nördliche Teil von Zentralasien gehört zur mongolischen Florenprovinz, der südliche zur tibetischen, während die Dsungarei ein Übergangsgebiet ist und der Flora nach zur kasachisch-dsungarischen Florenprovinz gestellt wird (Abb. 241).

Da wir die Verhältnisse in Kasachstan ein-

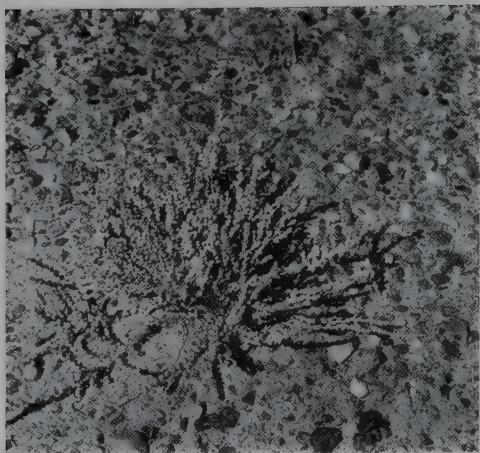


Abb. 238. *Salsola passerina*, relativ junge Pflanze in der sandigen Kieswüste der südlichen Gobi.

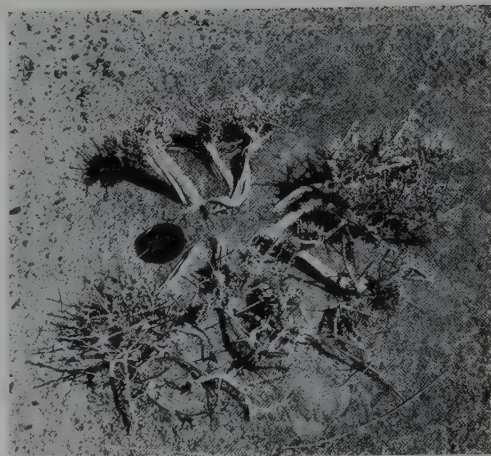


Abb. 239. Dasselbst sehr alte *Salsola passerina*, durch radiale Aufspaltung des Stammes in mehrere Pflanzen geteilt (Partikulation = häufige Erscheinung bei xerophilen Chenopodiaceen, z.B. auch bei *Eurotia*).



Abb. 240. *Kalidium foliatum* auf brackigen Sanden der südlichen Gobi.

gehend behandelt haben, brauchen wir auf die Dsungarei nur kurz einzugehen.

b) Dsungarei (s. Abb. 241, Kreis 1)

Ebenso wie in E-Kasachstan um den Balchasch-See herum die Niederschläge ziemlich gleichmäßig über das ganze Jahr verteilt sind, ist es auch in der Dsungarei der Fall (Abb. 242). Die Jahresmenge ist in Dshiho (Chincho) am Ebi-Nor (318 m NN) 96 mm, in Umrumschi (903 m NN) am Nordfuß des Tjanschan 247 mm und in Tsitai (Gutschen) in 795 m NN weiter

östlich 193 mm; der zentrale Teil der Dsungarei ist sicher trockener, aber Angaben fehlen. Der Flora nach erinnert die Dsungarei zwar mehr an E-Kasachstan, die Biotope dagegen ähneln mehr den zentralasiatischen.

Typische Arten sind: *Anabasis salsa*, *Nanophyton erinaceum* (Abb. 250), *Haloxylon persicum*, aber auch *H. ammodendron*, *Salsola arbuscula*; die Ephemerer spielen schon eine geringere Rolle. Charakteristische Gesellschaften sind solche mit *Salsola dshungarica*, *Stipa glareosa*, *Arthrophytum* u.a.

Der größte Teil des Gebietes wird von dem zentralen Becken eingenommen: Der nördliche Teil ist eine Stein- und Schuttwüste am Fuße des südlichen Altais, der zentrale Teil eine Sandwüste mit Saksaul, der östliche eine Hochebene mit einer *Artemisia-Salsola*-Wüste, der südliche wieder eine Steinwüste am Nordabfall des östlichen Tjanschan. Die Gebirge selbst weisen in größerer Höhe Waldstufen auf, der Altai im Norden mit *Larix sibirica*, der Tjanschan im Süden mit *Picea schrenkiana* bis herauf in die alpine Stufe.

c) Die Wüste Gobi (s. Abb. 241, Kreise 9–11)

«Gobi» heißt auf mongolisch «Wüste». Sie umfaßt den südlichsten Teil der Äußeren Mongolei (vgl. Abb. 223) und greift im Osten auf die

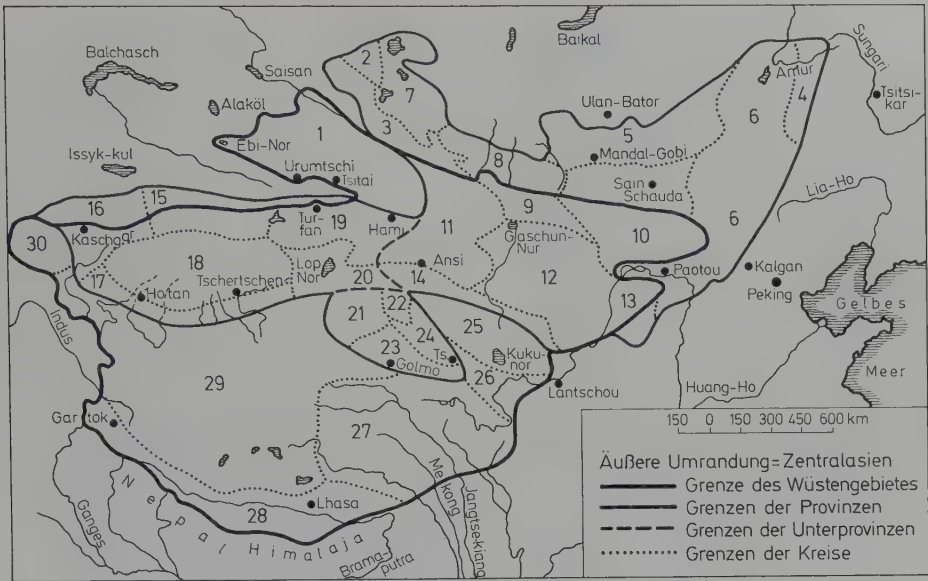


Abb. 241. Geobotanische Gliederung von Zentralasien (nach GRUBOV):

Dsungaro-Ostkasachische Provinz (gehört noch zu Mittelasien)

1 Dsungarei

Mongolische Provinz (2–24)

Mongolei (2–14)

Steppen und Halbwüsten mit den Kreisen: 2 Kobdo-Becken, 3 Mongolischer Altai, 4 Cis-Hingan-Gebiet (im Osten), 5 Mittlere Chacha, 6 Ost-Mongolei, 7 Becken der Großen Seen, 8 Tal der Seen;

Wüsten mit den Kreisen: 9 Gobi-Altai, 10 östliche Gobi (im Norden Steppen), 11 westliche Gobi (südl. Hälfte = Peischan), 12 Alaschan-Wüste, 13 Ordos (im Südosten Steppen), 14 Korridor Hessi (Chesi).

Kaschgarien (Tarim-Becken) (15–20)

Kreise: 15 nördliches und 16 westliches Kaschgarien (nur in tiefen Lagen Wüste), 17 südliches Kaschgarien, 18 Takla-Makan, 19 östliches Kaschgarien, 20 Lop-Nor-Senke.

Tsaidam (21–24)

Kreise: 21 nordwestliches Tsaidam, 22 nördliches Tsaidam, 23 südöstliches Tsaidam, 24 östliches Tsaidam.

Tibetische Provinz (25–30)

Kreise: 25 Nanschan (Richtofen-Gebirge), 26 Amdo (Chamdo), 27 Hsikiang-Gebiet (der tiefen Flußtäler mit Wald), 28 Süd-Tibet (Längstal), 29 Tschantang (Chang-Tan) = Hochtibet, 30 Pamir.

Innere Mongolei über. Den südlichen Teil im Westen von der mongolischen Grenze bis Ansi trennen wir als die Wüste Peischan (Peschan oder Beischan) ab, der mittlere umfaßt den Gobi-Altai und etwas vom Gebiet südlich von demselben bis zum Gaschun-Nur; im Osten erstreckt sich die Gobi bis zum Knie des Huang-ho. Den ganzen größeren nördlichen Teil der Äußeren und Inneren Mongolei (Kreise 2–8) mit Steppen und Wüstensteppen haben wir bereits besprochen (S. 291 und 221).

Die im Sommer fallenden Niederschläge betragen in der Wüste Gobi 100–150 mm, oft kaum 40 mm; im trockensten westlichen Teil

gibt es sogar ganz regenlose Jahre. Für Sain Schauda (45° N, 110° E) im Kreise 10 (991 m NN), aber schon nördlich von der Wüstenzone werden 107 mm angegeben bei einer Jahrestemperatur von $3,8^{\circ}$ C (Januar $-18,1$, Juli $23,3^{\circ}$, vgl. auch Abb. 242 Dalan-Dsagadaga).

Die Gobi liegt über 1000 m NN; die Winter sind kalt, wolkenlos und sehr trocken, so daß eine geschlossene Schneedecke fehlt und die Schneeflecken nur 40–80% des Bodens bedecken. Infolge der starken Strahlung können die Tagesmaxima selbst im Winter über Null steigen; der Schnee verdunstet ohne zu tauen, der trockene Boden bleibt ungefroren.

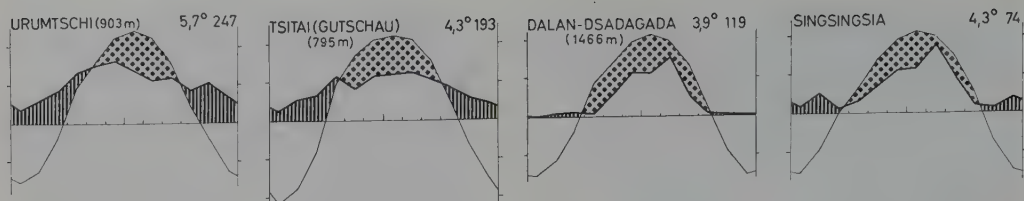


Abb. 242. Klimadiagramme aus der Dsungarei (Urumtschi, Tsitai), sowie solche nördlich vom Gobi-Altai (Dalan-Dsadagada, Abb. 223) und südlich von der Gobi in der Peischan-Wüste (Singsingsia, Abb. 258).



Abb. 243. *Ulmus pumila*-Bäumchen an einer Erosionsrinne in der südlichen Gobi. Höher im mittleren Hintergrund vereinzelte *Eurotia ceratoides*-Zwergsträucher (Foto BESPALOVA).

Den mongolischen Wüsten fehlen weite Flächen mit lößartigen Böden, auch solche mit Sanden, wie man sie in Mittelasien findet. Die meisten Böden sind steinig, Hammada-ähnlich und mit einem Schotter-Kiespanzer bedeckt, der nach Herausblasen des Feinmaterials sich an der Oberfläche anreichert (Steinpflaster) und durch Wüstenlack dunkel gefärbt erscheint. Auch Gipskristalle, oft an der Oberfläche korkartig porös und geschichtet und ziegelrot gefärbt (Eisenoxide) wie bei subtropischen Böden, sind häufig.

Die Vegetation ist kontrahiert, d.h. an die schwach ausgeprägten Erosionsrinnen gebunden (Abb. 243). Die Pflanzen stehen weit von einan-

der entfernt und besitzen ein den geringen Niederschlägen entsprechendes wenig tief gehendes Wurzelsystem. Moose und Flechten fehlen in diesem Sommerregengebiet praktisch ganz.

Die Gobi ist unbesiedelt, denn Oasen fehlen; die Versalzung ist gering. Man unterscheidet die östliche Alaschan-Gobi und die westliche extremere Gobi-Wüste; der Gobi-Altai wurde schon behandelt (S. 288). Die östliche Gobi (Kreis 10) trägt im Norden noch Steppencharakter mit *Stipa gobica*- oder *Stipa-Cleistogenes sinensis*- oder *Tanacetum-Stipa*-Wüstensteppen. Südlicher findet man auf lehmigen Steinschutt-Böden Gesellschaften mit *Anabasis brevifolia* oder *Salsola passerina* sowie *Zygophyllum xanthoxylon* und

Convolvulus gortschakovii. Auf sandigen Schuttböden sind häufiger *Potania mongolica*, *Brachanthemum gobicum*, *Salsola arbuscula* und *Eurotia ceratoides*. Wenn kleine Sanddünen vorkommen, dann sind sie mit lichten *Haloxylon ammodendron*-Beständen (Abb. 244) oder *Caragana bungei* (Abb. 245) mit *Artemisia xanthochroa* sowie *A. xerophytica* bewachsen. An größeren Erosionsrinnen findet man den endemischen immergrünen Strauch *Ammopiptanthus mongolicus* sowie *Asterothamnus* und *Caragana leucophloea* (Abb. 246); wenn Grundwasser vorhanden ist, kann an den Erosionsrinnen als einziger Baum auch *Ulmus pumila* stehen. Verbrackte lehmige Senken sind von *Kalidium gracile*, *Reaumuria soongorica* und einjährigen *Salsola*-Arten bedeckt; um sie herum steht *Nitraria sibirica* infolge von Sandansammlung immer erhöht auf Haufendünen.

Die westliche extremste Gobi (Kreis 11) ist eine sandige Kieswüste oder eine Steinschuttwüste mit einer sehr spärlichen Pflanzendecke aus kleinen xerophilen Sträuchern (Abb. 247). Es sind 1 m hohe *Haloxylon ammodendron*, *Nitraria sphaerocarpa*, *Ephedra przewalskii* u. a.; in der sandigen Kieswüste *Zygophyllum xanthoxylon* oder *Z. kaschgaricum* und auf Schutthängen *Sympegma regelii*, *Anabasis brevifolia*, *Stipa gobica*, *Reaumuria soongorica*, *Iljinia regelii* u. a. (Abb. 248 und 249).

Wie sich das Relief auf die Verteilung der

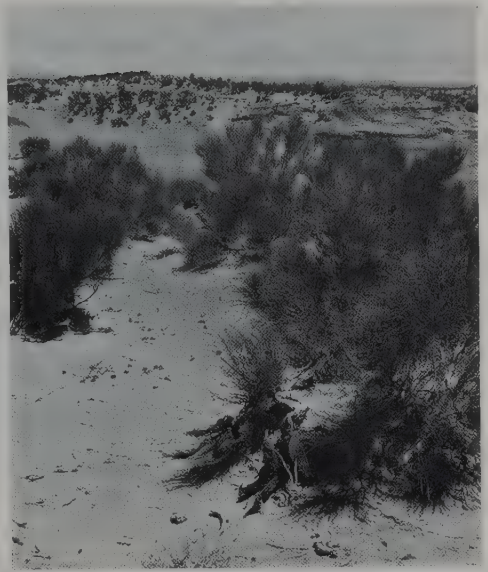


Abb. 244. *Haloxylon ammodendron*-Wüste in einer Depression im NE von Bulgan (Sandsteinverwitterungsgebiet mit Dinosaurierfunden) in der Steppenwüsten-Zone (Foto P. HANELT).

Pflanzenarten auswirkt, zeigt LAVRENKO (1957) an Hand von Profilaufnahmen.

Eine gewisse Sonderstellung nimmt der westlichste Teil – die Dsungarische Gobi – durch das Auftreten von dem kasacho-dsungarischen Geo-



Abb. 245. Sandige Halbwüstenzone mit dichter Strauchvegetation von *Caragana bungei* (Foto P. HANELT). Östlich von Bulgan, im Vorland des Arc-Bogd.



Abb. 246. *Caragana leucophloea* an den Rändern flacher Trockentäler (Foto P. HANELT). Wüste an der mongolisch-chinesischen Grenze mit Blick auf den Cagan-Bogd.

element *Nanophyton erinaceum* (Chenop.), dem «Tar», ein (Abb. 250). Dieser Strauch ist auch für das Gebiet der Großen Seen (Ubsa-Nor-Becken) typisch und wird von *Stipa glareosa* und *Artemisia incana* s.l. begleitet; es handelt sich um eine mittelasiatische Einstrahlung. Auch in diesem Teil spielt die Sandwüste nur eine geringe

Rolle, es kommen jedoch Flächen von 0,5–1 km Durchmesser mit bis 5–10 m hohen Sanddünen vor, die von *Tamarix* bewachsen sind; ihre Entstehung geht auf die Sandansammlung durch diesen Strauch zurück. Kleine Oasen kommen vor und zwar an quelligen Stellen am Fuß von Erhebungen, durch aufgestautes Grundwasser,

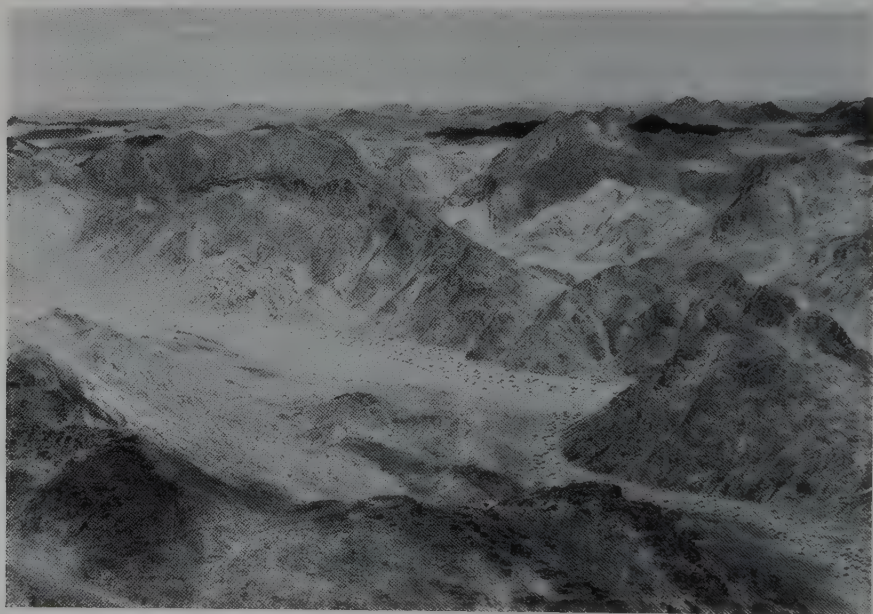


Abb. 247. Church-ul-Gebirge im äußersten Süden der Mongolei (Foto P. HANELT). Extreme Wüste, Berg-
hänge in 1500 m NN fast vegetationslos, in Trockentälern *Lasiagrostis*-Horste sichtbar (gelegentlich einzelne *Ulmus pumila*).



Abb. 248. *Reaumuria soongorica*-Gesellschaft mit *Convolvulus fruticosus* in der Zwergstrauchwüste der südlichen Gobi bei Bulgan (Foto BESPALOVA).



Abb. 250. *Nanophytum erinaceum* (mongol. «tar»), Charakterpflanze der Dsungarischen Gobi (Foto P. HANELT). Ubsa-Nor-Becken im Gebiet der «Großen Seen».

Abb. 249. Pfahlwurzel von *Haloxylon ammodendron* (durch Erosion freigelegt) reicht in die tiefen wasserführenden Bodenschichten hinab; nach Fällen des alten Stammes haben sich Stockausschläge gebildet. Südliche sandig-kiesige Gobi bei Bulgan (Foto BESPALOVA).



Abb. 251. *Populus diversifolia* an einer kleinen Quelle (Foto P. HANELT). Transaltai-Gobi, nördl. Cagan-Bogd.



Abb. 252. *Tamarix ramosissima* auf einer Takyrfeldfläche (Foto P. HANELT). Transaltai-Gobi, südl. des Tost-ul-Gebirges.



Abb. 253. *Cynomorium songaricum* (aff. *Balanophoraceae*), Parasit auf *Nitraria*-Arten (Foto P. HANELT).

wenn Felsriegel größere Abflußrinnen durchqueren, oder dort, wo Trockenflüsse auslaufen. An solchen Standorten findet man *Phragmites communis*, *Calamagrostis macilentia*, *Sophora alopecuroides*, *Glycyrrhiza uralensis*, *Alhagi sparsifolia*, *Poacynum pictum* (Apocyn.), *Hordeum brevissubulatum*, *Polypogon monspeliensis*, *Potentilla anserina*, *Epilobium palustre*, *Triglochin palustre* u. a. Durch Verdunstung von der nassen Bodenoberfläche kann sich eine Salzkruste bilden, trotzdem wachsen an solchen Stellen, im nicht salzigen Grundwasser wurzelnd *Populus diversifolia* (Abb. 251), *Elaeagnus moorcroftii* und *Salix* zusammen mit *Phragmites*, *Elymus* und *Lasiagrostis*. Am Rande von solchen Oasen stehen *Tamarix ramosissima* (Abb. 252), *Nitraria tangutorum* (oft mit dem Parasiten *Cynomorium*, Abb. 253), *Lycium ruthenicum* oder *Haloxylon* meist auf angewehten Sandhügeln.

d) Peischan-Wüste (s. Abb. 241, Kreis II)

Über diesen südlichsten Teil der Westgobi sowie über die folgenden Wüstengebiete berich-

tet sehr ausführlich PETROV (1966). Da es sich um botanisch wenig erforschte Gebiete handelt, bringen wir ausführlichere Bestandesaufnahmen.

Peischan ist eine gebirgige Landschaft, die vom Edsin-Fluß im Osten über 500 km bis zur Lop-Nor-Senke im Westen reicht und etwa 200 km breit ist. Die Nordgrenze verläuft durch die tektonische Depression von Hami zum Gaschun-Nur. Von den verschiedenen Gebirgsrücken erreicht der zentrale eine Höhe von 2800 m NN (relative Höhe 1000 m). Er ist von vielen Erosionsrinnen stark zerfurcht. Eine Vorstellung vom Relief gibt Abb. 254 mit dem Profil von Ansi (1100 m NN) bis Hami. Es handelt sich um viele Gebirgsrücken und Hügel, die aus metamorphen Gesteinen und solchen des Karbons und der Kreide aufgebaut sind mit zahlreichen, von tertiären und pleistozänen Schuttmassen ausgefüllten Senken dazwischen.

Über das Klima gibt das Klimadiagramm von Singsingia (1776 m NN) in der Mitte zwischen Ansi und Hami gelegen Auskunft (Abb. 242). Im Winter befindet sich das Gebiet ganz im Bereich des sibirisch-mongolischen Hochdrucks; im Sommer wirkt sich der ostasiatische Monsun nicht mehr aus. Den Regen bringen westliche Staubstürme mit einzelnen Güssen. Die Temperaturextreme sind $-35,1^{\circ}$ und $42,5^{\circ}$, die Jahresniederschläge betragen 39–74 mm; nur in hohen Gebirgslagen dürften sie 500 mm erreichen. Die potentielle Verdunstung ist in Ansi über 60mal höher als die Niederschläge.

Während des Pleistozäns fiel, nach den Erosionstälern zu urteilen, mehr Regen, als in der Gegenwart; doch erfolgt auch heute noch ein Abfluß von den regenreichen zentralen Höhen zur Peripherie; aber das Wasser versickert in den Schuttmassen, so daß die Niederungen wasserlos sind. Im Gebirge sammelt sich jedoch das Grundwasser in seichten, mit Schutt

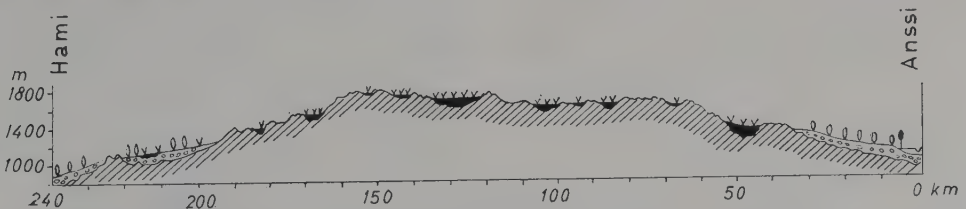


Abb. 254. Profil durch die Peischan-Wüste von NW (Hami) nach SE (Ansi), nach PETROV. Schwarz = Bekkenlandschaften mit Schutt ausgefüllt und mit einer Zwergstrauchvegetation, stellenweise Grundwasser nahe an der Oberfläche (Brunnen und Siedlungen); schraffiert = anstehende alte Gesteinsschichten, Hamada-ähnlich mit sehr spärlicher Vegetation (Wasser nur in Klüften); am Gebirgsfuß fast ebene Flächen mit trockenen Flußbetten und entlang von diesen etwas reichere Strauchvegetation (Grundwasser sehr tief).

ausgefüllten Mulden und kann in Brunnen erschlossen werden. Es gibt auch Quellen am Fuße von Bergen mit leicht brackigem Wasser (2 g/Liter an Salzen); im Gebirge ist es salzärmer. Von diesem Wasser lebt die Bevölkerung. An den Karawanenwegen findet man alle 100–200 km Wasserstellen.

Für die ebenen Flächen in der Peischan-Wüste sind Böden mit Steinpflaster bezeichnend, unter dem man bis 1 m Feinerde findet. Kalk- und Gipskrusten sind häufig. In den Mulden findet man kleinere oder größere Flächen mit Salzböden.

Die Seroseme der tiefen Lagen gehen im Gebirge in Kastanienerden und auf den höchsten Erhebungen wahrscheinlich in dunkel-graue Waldböden unter Nadelwald über.

PETROV bringt Tabellen mit Bestandesaufnahmen von Wüstengesellschaften; wir beschränken uns auf die Gesamtlisten und setzen vor die häufigeren Arten ein +:

a) Vegetation der sandigen Kieswüste in tieferen Lagen (1100–1400 m NN) der weiten Ebenen mit einer Deckung von selten 20%, aber sehr oft von nur 1% (9 Aufnahmen, Artenzahl pro Aufnahme 5–15).

Zwergsträucher: + *Ephedra przewalskii*, + *Nitraria sphaerocarpa*, *N. schoberi*, *Zygophyllum xanthoxylon*, + *Calligonum mongolicum*, *Atraphaxis mongolica*, *Caragana leucophloea*, *Haloxylon ammodendron*, *Salsola laricifolia*, *Sympegma regelii*, *Anabasis brevifolia*, *Tamarix ramosissima*, + *Reaumuria soongorica*, + *Artemisia salsoloides*, + *Asterothamnus centralasiaticus*, *Lycium ruthenicum*, *Caryopteris mongolica* (Verb.), *Clematis songarica*, *Gymnocarpus przewalskii*.

Perenne Kräuter: *Limonium aureum*, *Haplophyllum dauricum*, *Tournefortia sibirica*, *Zygophyllum mucronatum*, *Scorzonera divaricata*, *Tanacetum fruticosum*, + *Artemisia anethifolia*, *Jurinea* sp.

b) Steinschutt-Wüste der niedrigen Gebirge (bis 2000 m NN) mit 1–5% Deckung (5 Aufnahmen, Artenzahl 8–13).

Zwergsträucher wie oben die ersten 14, nur statt *Nitraria schoberi* – *N. sibirica* und *Atraphaxis buxifolia*, dazu *Amygdalus mongolica*, *Kalidium foliatum* und *Artemisia sphaerocephala*.

Perenne Kräuter: wie oben die ersten 6, dazu in Felsspalten *Stipa glareosa*, *S. bungeana*, *Allium mongolicum*, *Rheum nanum* und *Aster altaicus*.

c) Halophytische Wiesengesellschaften der feuchten Senken (4 Aufnahmen, Artenzahl 4–12), Deckung 25–30%.

Holzpflanzen: *Tamarix ramosissima*, *Nitraria schoberi*, + *Nitraria sibirica*, *Lycium ruthenicum*, + *L. turcomanicum*, *Clematis songarica*.

Perenne Kräuter: *Phragmites communis* (viel), *Lasia-*

grostis splendens, *Aneurolepidium dasystachys*, *Aeluropus litoralis* (z. T. viel), *Carex* sp., *Iris ensata*, *Peganum harmala*, *Glycyrrhiza uralensis*, *Alhagi sparsifolia*, *Limonium aureum*.

d) Dieselben Arten findet man auch an meist wasserführenden Flüssen, aber dazu noch *Populus diversifolia*, *Elaeagnus moorcroftii* und *Halimodendron halodendron*.

e) In trockenen Niederungen zwischen Gebirgszügen findet man *Haloxylon ammodendron*-Bestände.

f) Auf Sanden im NE ist die Artenzusammensetzung eine andere: Auf beweglichem Sand wachsen Arten von *Hedysarum*, *Caragana* und *Psammochloa*, auf Haufendünen *Nitraria schoberi* und einzelne *Kalidium*.

g) Auf den höchsten Gipfeln (bis 2800 m NN) wurde durch das Fernglas festgestellt: Eine Steppen-Strauchstufe (*Stipa bungeana* mit *Amygdalus mongolica*, *Cotoneaster*, *Rhamnus*, *Rosa*, *Spiraea*) und eine Fichten-Birken-Stufe wohl mit *Picea asperata* und einem Unterwuchs aus *Sorbus*, *Lonicera*, *Rhamnus*, *Cotoneaster* u. a. Die nächsten ähnlichen Gebirgswälder im Nanschan sind 350–400 km entfernt, die im Tjanschan mit *Picea schrenkiana* etwa 300 km.

Von den übrigen zentralasiatischen Wüsten unterscheidet sich Peischan durch das starke Vordringen der Steinwüsten (Hammada).

e) Das Tarim-Becken (Kaschgarien) mit der Takla-Makan-Wüste (s. Abb. 241, Kreise 15–20)

Das Tarim-Becken liegt zwischen den gewaltigen Gebirgen des östlichen Tjanschan im Norden und des Kuenlun im Süden, die sich im Westen vereinigen. Es senkt sich von 1300–1400 m NN zur Lop-Nor-Senke auf 780 m NN und ist 1300 km lang und 500 km breit. Das Becken wird von pleistozänem, 400–500 m mächtigem Verwitterungsmaterial hauptsächlich des Kuenlun ausgefüllt, das in der Mitte durch äolische Sande überdeckt ist; diese bilden die Sandwüste Takla-Makan mit bis 300 m hohen Dünen und Sandrücken (Abb. 255). Nur die Randgebiete bleiben frei. Im Süden werden diese von den Flüssen aus dem Kuenlun durchschnitten, die große Schuttkegel am Gebirgsfuß ablagern; ihr Wasser versickert in der Ebene, nur der Chotan teilt die westlichen Sandgebiete von der Takla-Makan ab. Im Norden ziehen sich am Fuße des Tjanschan die riesigen Auen des Tarim-Flusses entlang. Der Tarim entsteht durch den Zusammenfluß des Jarkend, Kysylsu und Aksu. Seine Gesamtlänge beträgt 2000 km, seine Breite schwankt zwischen 80–1000 m bei einer Tiefe

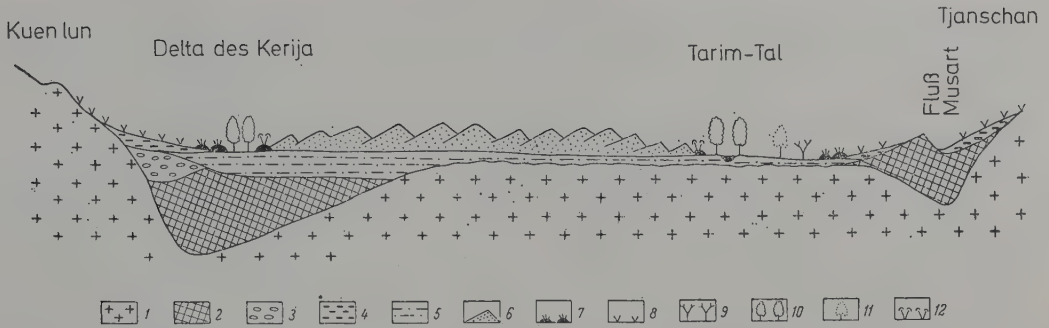


Abb. 255. Schematisches meridionales Profil durch das Tarimbecken längs des 82°E (nach PETROV): 1 Vor-mesozoische Gesteine, 2 mesozoische Schichten, 3 alte und 4 junge Hangfußablagerungen, 5 alluviale Seeablagerungen, 6 Barchane der Takla-Makan, 7 Haufendünen (bewachsene), 8 Zwergstrauchgesellschaften der sandig-kiesigen Gobi-Flächen, 9 Bestände des Schwarzen Saksaul, 10 Auenwälder mit *Populus* und *Elaeagnus*, 11 absterbende Auenwälder, 12 Bestände aus *Tamarix* und strauchigen Halophyten.

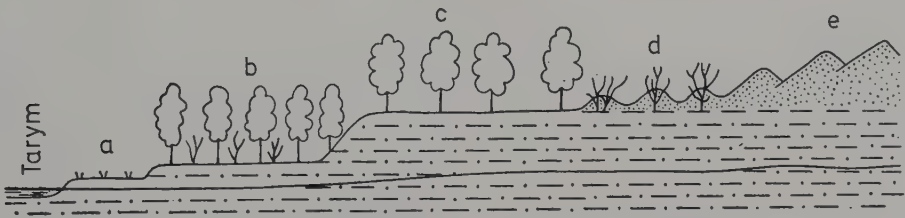


Abb. 256. Profil durch das Tal des Tarim-Flusses (nach PETROV): a Niederterrasse der Flußau mit Wiesen-Sumpf-Vegetation, b höhere Terrasse mit jungem *Populus diversifolia*-*P. pruinosa*-Wald, c obere Terrasse mit altem Wald, d Haufendünen mit *Tamarix ramosissima*, e Wanderdünen (Barchane) der Wüste Takla-Makan.

von 10 m. Der dauernde Zufluß kommt von den schnee- und eisbedeckten Gebirgen; die Wasserführung erreicht bei Hochwasser 1300–2400 m³/sec und ist damit 3–4mal niedriger als die des Amudarja (bei Mittelwasser etwa 10mal niedriger). Man kann 3 Flußterrassen unterscheiden, doch wird der Lauf häufig verlegt, namentlich im Unterlauf vor dem See Lop-Nor, der nicht immer erreicht wird (Abb. 256).

Das Tarim-Becken ist klimatisch die extremste Wüste Zentralasiens (Abb. 257). Die Jahresniederschläge in Kaschgar (1306 m NN) im Westen sind noch 63 mm, sinken aber nach Osten bis auf 9–11 mm ab. Die potentielle Ver-

dunstung beträgt demgegenüber 2500–3000 mm. Die Temperaturmittel sind: Jahr 9,8–11,6°, Januar –5,6 bis –10°, Juli 24,4–26,8° C. Da das Becken nach Osten geöffnet ist, fehlt ein Schutz gegen das Einströmen der kalten sibirisch-mongolischen Luftmassen im Winter, so daß die Minima unter –27° liegen (Maxima über 40°). Die Luftfeuchtigkeit im Juli beträgt oft nur 2–3%. Trotzdem ist die Strahlung wegen der stauberfüllten Luft nicht sehr hoch; die Staubnebel halten sich wochen- ja monatelang und reichen bis auf 4500 m hinauf. Die Sicht ist meist unter 1–1,5 km, oft nur 50–100 m.

Ungeachtet des extrem trockenen Klimas ist

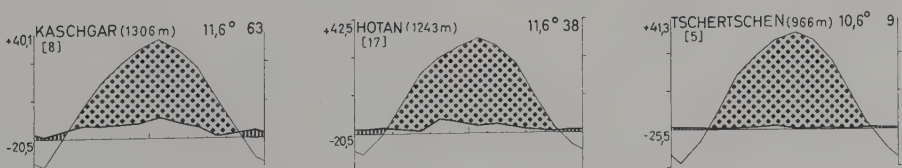


Abb. 257. Klimadiagramme aus dem Tarimbecken.

das Tarim-Becken infolge des Zuflusses von den Gebirgen wasserreich. Die vielen großen bevölkerten Oasen liegen alle am Rande an den Flüssen.

Auch die Sandwüste Takla-Makan «schwimmt» auf den mit Grundwasser gesättigten, unter dem Sande liegenden Lockergesteinen; oft stößt man selbst im Zentrum der Wüste in den Dünentälern in nur 1–2 m Tiefe auf meist brackiges Wasser. Der Salzgehalt nimmt gegen die Lop-Nor-Senke zu.

Alle diese Besonderheiten des Tarim-Beckens spiegeln sich in den Vegetationsverhältnissen wieder: Neben weiten vegetationslosen Flächen hat man die üppigen Auenwälder des Tarimtales. Die Flora ist artenarm (etwa 120 Arten), Endemiten fehlen.

Eine schematische Gliederung der Vegetation zeigt Abb. 255. Die oberen Teile der zum Becken abfallenden Hänge des Tjanschans gehören nicht zur Wüste; sie können bewaldet sein. Die unteren Teile dagegen (Abb. 241, Kreis 15–17) sind eine Stein-, Schutt- oder Kieswüste mit den üblichen Arten von *Ephedra*, *Gymnocarpus*, *Zygophyllum*, *Anabasis*, *Iljinia*, *Sympegma*, *Reaumuria* u.a. Auf den sandigeren Böden der vorgelagerten Ebenen kommen Psammophyten hinzu. Diese überwiegen im Gebiet der Haufendünen, die bewachsen sind von *Tamarix ramosissima*, *Nitraria schoberi*, *Haloxyton ammodendron*, *Ephedra strobilacea*, *Calligonum roborowskii*, *Halo-stachys caspica*, *Lycium aphyllum* mit *Anabasis aphylla* und den Kräutern *Aristida pennata*, *Karelinia caspica*, *Scorzonera divaricata*, *Alhagi sparsiflora*, *Glycyrrhiza inflata*, *Phragmites communis* sowie den Annuellen *Salsola praecox*, *S. montana*, *Corispermum heptapotamicum*, *Agriophyllum arenarium*, *Halogeton glomeratus*, *Suaeda arcuata* (10 Aufnahmen, Artenzahl 2–9). Halophyten treten zwischen den Sandhaufen auf Lehm Boden auf. Neben den mongolischen Geoelementen findet man noch mittelasiatische.

Die genannten Arten gehen auch in die Sandwüste hinein. Weit verbreitet sind insbesondere im Flußdelta-Gebiet und auf Takyrflächen die halophilen Gesellschaften mit einjährigen *Salsola*-, *Suaeda*- und *Halogeton*-Arten, aber auch auf den Flußterrassen und an den Rändern der Auenwälder fehlen sie nicht. Zu nennen wären *Tamarix ramosissima*, *T. hispida*, *Nitraria schoberi*, *Haloxyton ammodendron*, *Halostachys caspica*, *Kalidium cuspidatum*, *Haloctenium strobilaceum*.

Die eigentlichen Auenwälder mit einem Kro-

nenschluß von 0,4–0,6 bestehen aus *Populus diversifolia*, weniger *P. pruinosa*, *Halimodendron halodendron*, *Hippophaë rhamnoides*, *Lycium turcomanicum*, *Elaeagnus moorcroftii*, *Myricaria alopecuroides*, *Clematis orientalis* mit einer Krautschicht aus *Glycyrrhiza inflata*, *G. uralensis*, *Poa cynosu hendersonii*, *Oxytropis glabra*, *Goebelia alopecuroides*, *Calamagrostis pseudophragmites* u.a.

In stehendem Wasser sieht man *Phragmites communis*, *Typha angustata*, *T. minima*, *Scirpus nuoronatus*, *Potamogeton perfoliatus*. Im allgemeinen sind jedoch die Auen artenärmer als in Mittelasien.

Auffallend ist es, daß in der Sandwüste Takla Makan die Psammophyten der mongolischen Sandwüsten (*Caragana*, *Psammochloa*, *Pugionium*) fehlen, dafür aber die mittelasiatische *Stipa pennata* mit *Calligonum* spp. und *Tamarix ramosissima* vorkommen, nach Regen auch die einjährigen *Agriophyllum arenarium*, und *Corispermum* spp. – alle jedoch nur selten (vgl. bei WALTER 1968 die Abb. 556–559 auf S. 797–799). Der östliche Teil des Tarim-Beckens (Kreis 19) wird von der Dsungarei durch wüstenhafte Gebirgszüge (Barkoltag 4867 m NN) und die östlichen Ausläufer des Tjanschan-Systems abgetrennt. An ihrem Südhang liegt oberhalb einer Senke die große Oase Hami, weiter im Westen die von Turfan, beide mit ausgedehnten bewässerten Kulturfächen.

Die davor sich erstreckende Gaschun-Gobi leitet zur Lop-Nor-Senke (780 m NN) über. Diese (Kreis 20) besteht aus Sand- und Salz-wüsten mit einzelnen Lehmwüsten. Der Lop-Nor ist ein Salzsee von 100 km Durchmesser; doch lag er zeitweilig trocken, als der Flußlauf in eine andere Richtung abgelenkt wurde.

In die Lop-Nor-Senke mündet von Osten der Korridor Hessi (Chessi).

f) Korridor Hessi oder

Kansu-Korridor (s. Abb. 241, Kreis 14)

Unter Hessi versteht man den asymmetrischen Graben, der aus einer Kette von schmalen Senken besteht. Sie ziehen sich über eine Länge von 1000 km am Nordfuß des Altyntag und Nanschan entlang und werden im Norden durch niedrigere Bergrücken (über 2000 m NN) von der Wüste Alaschan abgetrennt. Die Breite des Korridors beträgt südlich Ansi 100 km, verschmälert sich jedoch weiter östlich bis auf 20 km. Die Grabensohle steigt von 800 m NN im



Abb. 258. Kartenskizze der Lage des Korridors Hessi und der Peischan- und Alaschan-Wüstengebiete (nach PETROV): Grauetönt = Gebirgszüge, punktiert = vorwiegend Sandwüsten. Das Richthofengebirge ist der nördlichste Rücken des Nanschan-Gebirgssystems, im Osten am Huang-Ho das kleine Alaschan-Gebirge. Der Korridor öffnet sich nach Westen in die Lop-Nor-Senke.

Westen bis auf 1500 m NN im Osten in die Alaschan-Wüste übergehend (Abb. 258).

Eine Reihe von Flüssen, die im Nanschan-Gebirge entspringen, bilden die Grundlage für die Oasen im Korridor. Der größte Fluß, an dem Ansi liegt, ist der Suloho; ihm wird in Ansi so viel Wasser für die Bewässerung der Kulturen entnommen, daß sein Unterlauf heute nur noch aus einer Reihe von Salzseen besteht und er den Lop-Nor nicht mehr erreicht.

Infolge der langen Erstreckung von Westen nach Osten ändert sich das Klima im Hessi-Korridor beträchtlich. Man kann hier den Übergang vom Wüstenklima der Lop-Nor-Senke zu dem Steppenklima bei Lantschou (Innere Mongolei) beobachten (Abb. 259). Die Niederschläge nehmen von 45 mm auf über 100 mm zu, zugleich sinkt die Temperatur mit zunehmender Höhenlage in östlicher Richtung: Mittel für Jahr 10,9–7,9, für Januar –6,3 bis –8,9, für Juli

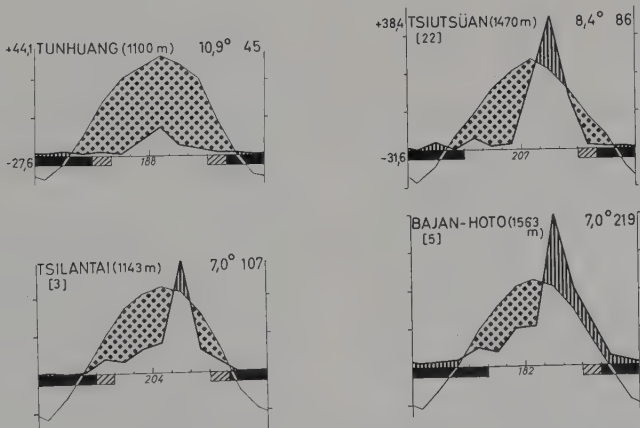


Abb. 259. Klimadiagramme aus dem Korridor Hessi (1 und 2) sowie aus der östlichen Alaschan-Wüste (3 und 4). Lage der Stationen (von W nach E) auf Abb. 258.

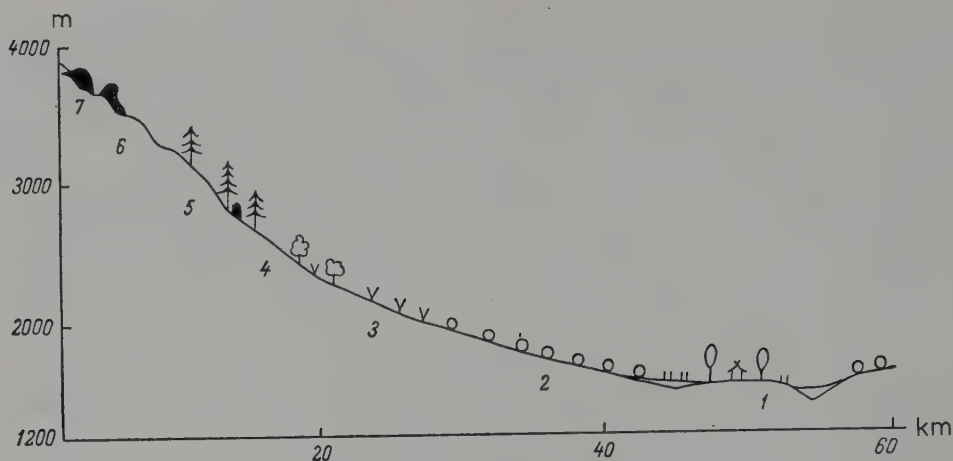


Abb. 260. Höhenstufen am Nordhang des östlichen Nanschan (nach PETROV): 1 Zentrale Depression im Korridor Hessi mit dem Fluß Heihe (Sumpfwiesen und Oasen); 2 sandig-kiesige Zwergstrauch-Wüste auf Sero- und Burosem am Hangfuß; 3 krautreiche Grassteppen der hohen Vorberge auf skelettreichem Tschernosem; 4 Komplexe aus lichten Gebüsch und Gebirgssteppen auf braunen Böden; 5 Waldwiesen-Stufe mit *Picea*-Waldinseln an Nordhängen und Waldwiesen an Südhängen auf dunkelbraunen kalkreichen Böden; 6 subalpine Wiesen und 7 alpine Wiesen.

22,4–26,1. Die potentielle Verdunstung beträgt in Ansi 3200 mm.

Was die Vegetation anbelangt, so unterscheidet man am Nordabfall des Nanschan (Richt-hofen-Gebirge) eine Reihe von Höhenstufen: 1. beginnend mit den Oasen in 1500 m NN, 2. darüber die sandige Kieswüste am Fuße der Berghänge (1500–2000 m), 3. die trockene Bergsteppe der Vorberge (2000–2300 m), 4. die Strauchsteppe (2300–2500 m), 5. die Fichtenwälder mit Waldwiesen (2500–3200 m), 6. die Gebirgswiesensteppen (3200–3500 m), 7. die alpinen Wiesen (3500–3600 m) bis 8. zur nivalen Stufe (Abb. 260).

1. In den tiefsten Lagen des Grabens findet man um die Oasen halophile Wiesen mit *Schoenoplectus tabernaemontani*, *Bolboschoenus affinis*, *Triglochin palustre* und vielen *Carex* spp. oder auf Solontschak *Halocnemum*, *Halostachys belangeriana*, *Kalidium foliatum*, *Tamarix laxa*, bzw. *Haloxylon ammodendron* und *Nitraria schoberi*.

2. Auf den schwach geneigten sandigen Kiesflächen wachsen neben den üblichen mongolischen Straucharten *Stipa glareosa* und *Artemisia capillaris*; auf den Sandflächen herrschen vor *Caragana korshinskii*, *Hedysarum scoparium*, *Artemisia sphaerocephala*, *Psammochloa villosa*, *Pugionium cornutum*; auf beweglichen Sanden *Calli-*

gonum mongolicum, *C. zeidamense* und *Aristida pennata* (vgl. LAVRENKO 1966).

3. Für die trockene Bergsteppe sind bezeichnend *Stipa bungeana*, *S. breviflora*, *Agropyrum* spp., *Aneurolepidium dasystachys*, *Amygdalus mongolica*, *Dasiphora fruticosa* s.l., *Ephedra equisetina*, *Zygophyllum xanthoxylon* u.a. Die Deckung kann 60–70% erreichen.

4. Noch üppiger entwickelt ist die Strauchsteppe mit 100% Deckung an feuchteren Stellen. Zwischen den Sträuchern (*Cotoneaster*, *Lonicera*, *Rhamnus*, *Rosa*, *Berberis*, *Dasiphora* (*Potentilla*), *Spiraea*, *Clematis*) sind Steppengesellschaften aus *Stipa*-Arten und anderen Gräsern eingestreut mit schön blühenden Kräutern wie *Adonis*, *Pedicularis*, *Oxytropis*, *Torularia* (Cruc.), *Stellaria* u.a.

5. Sehr artenreich ist die Stufe der Fichtenwälder. *Picea asperata*, die der *P. schrenkiana* nahesteht, ist ein 40 m Höhe erreichender Baum mit einem Stammdurchmesser bis 1 m. Im östlichen Nanschan, wo die Niederschläge 1000 mm ausmachen, können die Wälder geschlossen sein. An Südhängen wachsen meist nur xerophile Sträucher wie *Dasiphora fruticosa*, *Rosa omeiensis* und *Caragana* Arten. Als Unterwuchs in lichten Fichtenwäldern findet man viele Sträucher: Außer den für die Strauchsteppe genannten auch *Sorbus*, *Juniperus* und *Salix*. An offenen Stellen fallen auf: *Lilium tenuifolium*, *Iris ensata*, *Thalic-*

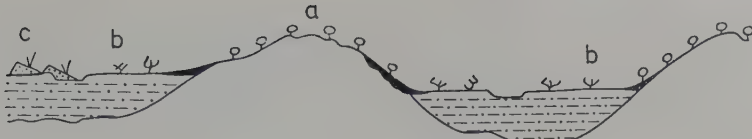


Abb. 261. Vegetationsgliederung in der Rumpfgebirgslandschaft der Wüste Alaschan (nach PETROV): a Zwergstrauch-Vegetation auf den Inselbergen, b *Reaumuria-Artemisia*-Assoziation der Talebenen, c offene Psammophyten-Gesellschaft der beweglichen Barchane und der halbzugewachsenen Sande.

trum- und *Galium*-Arten. Auf Waldschlägen kommt *Populus davidiana* (aff. *P. tremula*) hoch. Waldparzellen wechseln mit Wiesen ab.

Im westlichen Nanschan-Gebirge fällt diese Wald-Wiesen-Höhenstufe infolge der größeren Trockenheit aus.

g) Alaschan-Wüste (s. Abb. 241, Kreis 12)

Dieses Wüstengebiet liegt zwischen den Flüssen Edsingol, der in den Gaschun-Nur mündet, und dem Huang-Ho (Abb. 258). Direkt westlich von letzterem erstreckt sich ein bis 3600 m hoher Gebirgszug als Alaschan (Holoschan) bezeichnet. Im Süden grenzt das Gebiet an den Hessi-Korridor, durch den die Eisenbahn von Lantschou nach Ansi führt. Vom Flugzeug erscheint das Gebiet als ein Komplex von großen Wanderdünen-Flächen mit dunklen Flecken der Saksaul-Bestände und kleiner Salzflächen oder aus weiten kiesigen Ebenen mit inselförmigen Erhebungen. Die äolischen Sande bedecken etwa 65% der Gesamtfläche; davon besteht die Hälfte aus beweglichem Sand (Barchane), der z. T. auf menschliche Eingriffe zurückzuführen ist (s. WALTER 1968, Abb. 551–552, S. 792–793).

Im Gegensatz zu Peischan ist Alaschan also überwiegend eine Sandwüste. Das Klima ist kontinental, im Sommer wirkt sich jedoch der ostasiatische Monsun voll aus; im Winter setzt sich aber das mongolisch-sibirische Hoch immer noch durch. Die Niederschläge sind im Westen 39–68 mm, steigen am Fuße des Alaschan-Gebirges im Osten jedoch auf 220 mm. Die potentielle Verdunstung liegt bei 2360–3790 mm. Auf Abb. 259 sind Klimadiagramme von 2 Stationen aus dem östlichen Teil abgebildet. In diesem Gebiet genügen die Niederschläge, um ein Zuwachsen der Sandböden zu ermöglichen; im Westen geschieht das nur bei hohem Grundwasserstand.

In den verbrackten Senken sind viele, aber

nur kleine Salzseen vorhanden. In Sandgebieten findet man auch Süßwasserseen mit *Phragmites*. Einige Wasserbecken im zentralen Teil trocknen im Sommer aus; sie werden durch Grundwasser gespeist und haben ihren Hochstand im Winter, weil das Grundwasser, das im südlichen Randgebiet vom Gebirge aus im Sommer aufgefüllt wird, ein halbes Jahr braucht, bis es die entfernten Gebiete erreicht. Das Grundwasser bewegt sich dabei oft in alten Flußläufen.

Wie stets speichern auch hier die unbewachsenen Sanddünen die Niederschläge, so daß sich ein Grundwasserhorizont bildet, der in Dünentälern an die Oberfläche treten kann und dann eine Trinkwasserversorgung ermöglicht.

Die Vegetation von Alaschan ist ziemlich verschiedenartig und schon artenreicher; sie besteht aus typisch mongolisch-zentralasiatischen Geoelementen, wie es folgende Bestandesaufnahmen zeigen:

Vegetation der inselförmigen steinigten Erhebungen (9 Bestandesaufnahmen, Artenzahl 12–23, Deckung gering; vgl. Abb. 261).

Sträucher: *Zygophyllum xanthoxylon*, *Nitraria sphaerocarpa*, *N. sibirica*, *Caragana stenophylla*, *C. tragacanthoides*, *Ephedra przewalskii*, *E. equisetina*, *Haloxyylon ammodendron*, *Atraphaxis* sp., *Convolvulus fruticosus*, *C. tragacanthoides*, *Calligonum mongolicum*, *Gymnocarpus przewalskii*, *Potania mongolica*, *Ammopiptanthus mongolicus*, *Lespedeza dahurica*.

Halbsträucher: *Reaumuria soongorica*, *R. trigyna*, *Artemisia frigida*, *Salsola laricifolia*, *S. passerina*, *Anabasis brevifolia*, *Synpegma regelii*, *Eurotia ceratoides*, *Caryopteris mongolica*, *Asterothamnus centralasiaticus*, *Clematis songarica*.

Perenne Kräuter: *Stipa gobica*, *S. breviflora*, *Cleistogenes mutica*, *Pennisetum flaccidum*, *Carex duriuscula*, *Iris ensata*, *Asparagus gobicus*, *Allium mongolicum*, *Rheum nanum*, *Oxytropis aciphylla*, *Astragalus melilotoides*, *A. sp.*, *Zygophyllum mucronatum*, *Arnebia saxatilis*, *Limonium aureum*, *L. bicolor*, *Artemisia* sp., *Aster altaicus*, *Jurinea* sp., *Scorzonera divaricata*, *S. pseudodivaricata*, *Tanacetum fruticulosum*, *Echinops gmelini*, *Ixeris chinensis*.

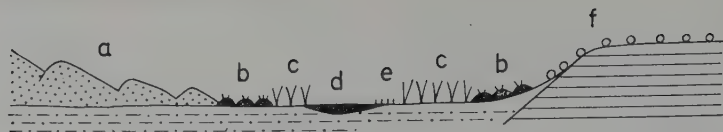


Abb. 262. Brackige Niederung in der Alaschan-Wüste (nach PETROV): a Psammophyten im Barchanen-Gebiet, b *Nitraria schoberi*-Haufendünen, c *Lasiagrostis splendens*-Bestände, d See mit Schilfröhricht, e *Kalidium*-Bestände, f sandig-kieselige Ebene mit psammophilen Zwergsträuchern.

Ähnlich ist die Pflanzendecke auf den vorge-lagerten sandig-kieseligen Flächen mit vorherr-schender *Reaumuria* und reichlicher *Stipa gobica*. Für die ausgedehnten sandigen Depressionen ist der Saksaul typisch:

Haloxylon ammodendron-Bestände (5 Aufnahmen, Artenzahl 3–9, Deckung bis 50%) in Senken, oft zwischen Dünen:

Sträucher: 2 *Haloxylon ammodendron*, 1–2 *Nitraria schoberi*, 1 *Oxytropis aciphylla*, + *Caragana stenophylla*, + *Zygophyllum xanthoxylon*, + *Kalidium foliatum*.

Halbsträucher: + *Artemisia frigida*, + *Potania mongolica*, + *Reaumuria soongorica*.

Perenne Kräuter: + *Peganum nigellastrum*, *Cleistoge-nes nutica*, *Stipa gobica*, *Saussurea salsa*, *Corispermum mongolicum*.

Steht das Grundwasser höher, dann treten auf Solontschak Halophyten wie *Kalidium* auf und *Nitraria* wächst auf angewehten Sandhaufen:

Vegetation der Solontschakböden (2 Aufnahmen, Artenzahl 4–5):

Sträucher: *Nitraria schoberi*, *N. sibirica*, *Lycium turco-manicum*, *Kalidium gracile*, *K. foliatum* (Abb. 240).

Perenne Kräuter: *Lasiagrostis splendens*, *Glaux mari-tima*.

Annuelle Kräuter: *Salicornia herbacea*, *Suaeda przewal-skii*, *S. glauca*.

Auf halophilen Wiesen kommen hinzu: *Phragmites communis*, *Iris ensata*, *Tournefortia sibirica*, *Glycyrrhi-za uralensis*, *Periploca graeca*, *Cynomorium coccineum*, *Triglochin palustre*, *Cynanchum sibiricum*, *Taraxa-cum chinense*, *Potentilla anserina*, *Thermopsis lanceo-lata*, *Puccinellia distans*.

Am verbreitetsten ist jedoch die Psammo-phytenvegetation auf noch beweglichen und unbeweglichen Sandflächen. Die Barchane sind völlig vegetationslos.

Vegetation der Dünen und der bewachsenen Sand-flächen (13 Aufnahmen, Artenzahl 3–8):

Sträucher: *Caragana korshinskii*, *C. microphylla*, *Hedysarum mongolicum*, *H. scoparium*, *Nitraria schoberi*, *Atraphaxis frutescens*, *Calligonum mongo-licum*.

Halbsträucher: *Artemisia ordosica*, *A. sphaerocephala*. Perenne Kräuter: *Psanmochloa villosa*, *Phragmites*

communis, *Arnebia saxatilis*, *Stilpnolepis centifolia*, *Sophora alopecuroides*, *Orobanche* sp.

Annuelle: *Pugionium cornutum*, *P. dolabratum*, *Agrio-phyllum arenarium*, *Corispermum mongolicum*, *Arte-misia anethifolia*, *Astragalus* sp.

Die Verteilung der verschiedenen Gesell-schaften in Abhängigkeit vom Relief zeigt Abb. 262.

Die Psammophyten Zentralasiens unterschei-den sich von denen Mittelasiens durch einen spä-ten Beginn der Vegetationsentwicklung, der durch das trockene Frühjahr bedingt wird, eben-so wie durch ein flacheres Wurzelsystem in dem durch die Sommerregen befeuchteten oberen 1 m des Bodens. Die Deckung auf unbeweg-lichem Sand kann 40–60% betragen. Der häu-figste Baum der Alaschan-Wüste ist *Ulmus pu-mila*, von dem einzelne Exemplare oder Grup-pen auf grundwassernahen Standorten stehen; man sieht sie deshalb in der Nähe von Brunnen oder Quellen. Alte Bäume erreichen einen Durchmesser von 60 cm, sie zeigen oft frühere Auen an. *Populus diversifolia* ist im südlichen Teil des Gebiets häufig anzutreffen, zuweilen auch in Dünentälern.

Das über 3000 m NN hohe Alaschan-Gebirge ganz im Osten des Gebietes verläuft von N nach S quer zu den östlichen Monsunwinden und erhält deshalb höhere Niederschläge; aus diesem Grunde sind die Höhenstufen besser ausgeprägt als im Nanschan-Gebirge.

PETROV gibt folgende Gliederung der Vege-tation an:

Höhenstufen im nördlichen Alaschan-Gebirge: 1500–1600 m: Ebene des Vorlandes: *Reaumuria soon-gorica*-*Artemisia*-Ges. mit *Stipa glareosa*, *Allium mongolicum* u.a.

1600–1900 m: Gebirgssteppe der Vorberge mit *Stipa brevifolia*, *Caragana* spp., *Ephedra*, *Atraphaxis*, *Allium mongolicum* u.a.

1900–2500 m: Strauchstufe mit Krautsteppen: *Loni-cera* sp., *Rosa* sp., *Rhamnus erythroxylon*, *Potentilla fruticosa*, *Ephedra equisetina*, *Cotoneaster* sp., *Spiraea trilobata*, *Ziziphus jujuba*, in Schluchten einzelne *Ulmus glaucescens*.

2500–3000 m: Fichten-Kiefernwald (Kronenschluß 60–70 %): *Picea asperata*, *Pinus tabulaeformis*, *Juniperus rigida*, *Lonicera* sp., *Rhamnus parvifolia*, *Evonymus nana*, *Cotoneaster* sp., *Ribes pulchellum* u.a. In trockenen Schluchten *Ostryopsis davidiana* und *Syringa oblata*. An offenen Stellen Hochstauden, wie *Valeriana officinalis*, *Thalictrum* sp., *Aquilegia* sp., *Astragalus* sp., *Sanguisorba* sp., u.a. An sonnigen Felhängen einzeln *Lilium tenuifolium*, *Rhaponticum uniflorum*, *Hedysarum* sp. Auf Waldschlägen geschlossene Espen-Birken (*Populus davidiana*-*Betula platyphylla*)-Bestände.

3000 m u. mehr: Subalpin-alpine Stufe: Einzelne *Caragana jubata*, *Spiraea trilobata*, *Dasiphora* (*Potentilla*) *fruticosa*, *Salix*-Sträucher in Wiesen mit *Polygonum viviparum*, *Saussurea pygmaea*, *Dianthus* sp., *Ranunculus* sp., *Delphinium* sp. u.a.

h) Ordos-Gebiet (s. Abb. 241, Kreis 13)

Das Wüstengebiet Ordos nimmt die nord-westliche Hälfte im großen Knie des Huang-Ho ein, während die südöstliche, durch die Große

Mauer abgetrennte Lößebene schon ein trockenes Steppengebiet ist (Abb. 263). In der Wüste stehen vorwiegend Kreide- und Jurasandsteine an; durch ihre Verwitterungsprodukte haben sich weite Flächen von äolischen Sanden mit alluvialen Ablagerungen in den Depressionen gebildet. Die Größe des Gesamtgebietes beträgt 95 000 km², die Höhenlage schwankt zwischen 1150 und 1500 m NN; nur im Westen erheben sich die Arbisso-Berge mit steilem Relief bis auf 3015 m NN. Die stark zerfurchte Lößebene im Südosten liegt etwa 150–200 m über dem angrenzenden Ordosgebiet.

Insgesamt kann man 7 Landschaftseinheiten unterscheiden: 1. Das stark erodierte, aus alten Schichten aufgebaute Arbisso-Gebirge, 2. die Hochebene mit anstehenden schwach erodierten Kreide- und Jurasandsteinen und zerstreuten abflußlosen Senken mit Sodaverbrückung, 3. das nördliche Wanderdünengebiet, das bis zum breiten grünen Tal des Huang-Ho reicht, 4. das tiefere



Abb. 263. Landschaftsgliederung vom Ordos-Gebiet: 1, 2, 3 a und 4 = Wüste; 3 b, 5, 6 und 7 = Wüstensteppen (nach PETROV, verändert): 1 mit Arbisso-Gebirge, 2 erhöhter zentraler Ordos, 3 Sanddünengebiet, 4 sandig-brackige Niederung mit See Dausan, 5 sandig-kieselige Höhen, 6 Niederung mit Seen und Wiesen, 7 südöstliches Barchanen-Gebiet. A—B Vegetationsprofil auf Abb. 265.

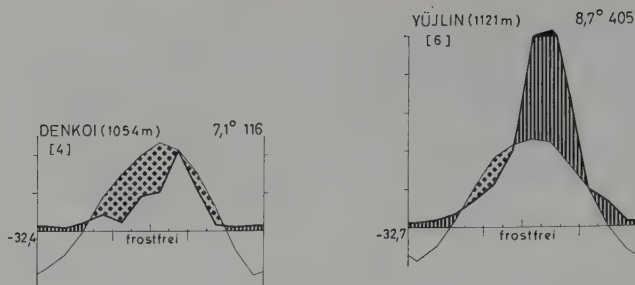


Abb. 264. Klimadiagramme von Denkoi im Westen des Ordos (Wüste) und von Yüjlin im Südosten (Steppe).

Becken um den See Dausan-Nur mit Chloridversalzung, 5. die nordöstliche erhöhte Ebene mit unbeweglichen Sanden über Kreideschichten, 6. die abflußlose Niederung mit schwach brackigen Seen oder mit Süßwasserbecken und etwa 20% bewachsenen Sandböden und 7. das südöstliche Wanderdünengebiet mit tief ins feste Gestein eingeschnittenen, ständig wasserführenden Flüssen; die beweglichen Sande sind hier zum größten Teil auf zu starke Beweidung zurückzuführen, sie speisen das Grundwasser mit den Überschüssen der Sommerregen, das dann durch die Flüsse abfließt.

Die Kontinentalität des Klimas verringert sich im Ordos deutlich von Westen nach Osten. Im Winter herrscht auch hier die trockene eisige Witterung vor, im Sommer bringt der Monsun im Osten schon so viel Regen (Yüjlin 405 mm), daß man nicht mehr von einer Wüste sprechen kann (Abb. 264).

Die verschiedene Verbrackung der Seen hängt weniger vom Klima, sondern mehr von dem Salzgehalt der anstehenden Gesteine ab. Klima- und Bodenverhältnisse bestimmen die sehr verschiedenartige Vegetation des Ordos. Schematisch zeigt die Gliederung das W-E-Profil auf Abb. 265.

Dazu folgende ergänzende Angaben über die Artenzusammensetzung der Pflanzendecke (PETROV):

1. In den Bergen findet man nur einzelne Pflanzen von *Amygdalus mongolica*, *Zygophyllum xanthoxylon*, *Reaumuria trigyna* u. a.
2. Auf den sandig-kiesigen Flächen wachsen neben *Reaumuria* und *Caragana* noch *Tetraena mongolica*, *Asparagus gobicus* und an sandigen Stellen *Ammopiptanthus mongolicus*.
3. Auf Haufensanden erreicht die Deckung 40–50%. Die Bestandesaufnahme ergab: 2 *Artemisia ordosica*, 1–2 *A. frigida*, 2 *Caragana microphylla* und *C. stenophylla*, 1 *Stipa glareosa*, 1 *Pycnostelma lateriflorum* (Ascl.), 2 *Carex duriuscula*, 1 *Allium mongolicum*, 1 *Peganum nigellastrum*, + *Lasiagrostis splendens*, + *Panzeria* (*Lycium*) *lanata*.
4. Die halophilen (schwache Sodaverbrackung) Wiesen bestehen aus *Carex*-Arten mit *Potentilla anserina*, *Silene repens*, *Anemone* sp., *Oxytropis glabra*, wobei auch eine *Orchis*-Art und eine *Spiranthes*-Art vorkommen; von anderen Stellen werden *Taraxacum chinense*, *Glaux maritima*, *Triglochin palustre*, *Saussurea glomerata*, *Suaeda prostrata*, *Heleocharis*, *Cyperus*, *Phragmites* u. a. genannt.
5. Die trockenen *Artemisia*-Steppen haben eine dichtere Pflanzendecke. Außer den genannten vorherrschenden Arten werden noch angeführt: 1 *Artemisia capillaris*, 1 *Salsola collina*, + *Cleistogenes mutica*, + *Scutellaria grandiflora*, + *Aster altaiensis*, + *Thymus serpyllum* s.l., *Echinops gmelini* u. a.

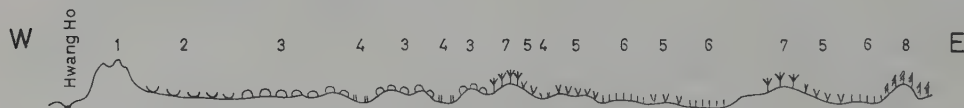


Abb. 265. Vegetationsprofil durch das Ordos-Gebiet (s. Abb. 263, A—B) südlich von dem großen Sandgebiet im Huang-Ho-Knie (nach PETROV). 1 Zwergstrauchwüste des Arbisso-Gebirges, 2 *Reaumuria soongorica*-*Caragana tragacanthoides*-*Stipa glareosa*-Halbwüste, 3 *Artemisia ordosica*-Halbwüste, 4 Hydrohalophyten-Gesellschaft, 5 Steppenbestände mit *Artemisia ordosica*, 6 Grassteppen, 7 calciphile Vegetation auf anstehendem Kreidesandstein mit karbonatreichen Böden (*Gypsophila*, *Euphorbia*, *Haplophyllum*), 8 Steppen des erodierten Lößplateaus.

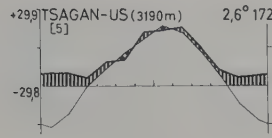
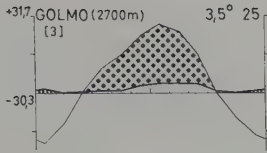


Abb. 266. Klimadiagramme aus dem Tsaidam-Gebiet. Lage von Golmo und Tsagan-Us (Ts) s. auf Abb. 241.

6. In den Steppenwiesen kommen vor: 4 *Carex duriuscula* und *Aneurolepidium dasystachys* mit *Astragalus melilotoides*.
7. Kalziphile Vegetation mit *Gypsophila*, *Euphorbia*, *Haplophyllum* u. a.
8. Für die Steppen der Randgebiete auf der Lößhochebene werden genannt: 2 *Stipa grandis*, 2 *S. bungeana*, 1 *Agropyrum mongolicum*, 1 *Pappophorum boreale*, + *Cleistogenes nutica*, 1 *Artemisia frigida*, 1 *A. pectinata*, 1 *Thymus serpyllum* s.l., 1 *Oxytropis psammocharis*, + *Astragalus adsurgens*, + *Stellera chamaejasme*, + *Pycnostelma lateriflorum*, + *Euphorbia kansui*.

Die Vegetation auf Flugsanden ist sehr spärlich. Zu nennen wären die Sträucher *Hedysarum mongolicum*, *H. scoparium*, *Caragana microphylla*, *C. korshinskii* sowie andere Psammophyten (*Artemisia ordosica*, *A. sphaerocephala*, *Atraphaxis frutescens*, *Psammochloa villosa*, *Agriophyllum arenarium*, *Corispermum gmelini*, *Pugionium cornutum*). In Dünentälern findet man *Salix cheilophila*, *Hippophaë rhamnoides* mit *Typha*, *Phragmites*, *Calamagrostis epigeios* oder in kleinen Süßwasserseen *Scirpus maritimus*, *Trapa natans*, *Alisma plantago*, *Nymphoides peltata*, *Potamogeton pectinatus*.

Um Salzseen auf Solontschak wachsen die Halophyten *Kalidium gracile*, *K. foliatum*, *Nitraria tangutorum*, *Lasiagrostis splendens* u. a. (vgl. Abb. 549–550 aus Walter 1968, S. 790–791).

i) Tsaidam-Becken

(s. Abb. 241, Kreise 21–24)

Als Tsaidam werden in Zentralasien allgemein feuchte, meist verbrackte Senken (Salzsümpfe) bezeichnet. Das Tsaidam-Becken ist jedoch ein 100–200 km breites und 600 km langes emporgehobenes, abflußloses früheres Seebecken, das orographisch einen Teil von Tibet darstellt, aber floristisch und auch seiner Vegetation nach zur mongolischen Provinz gehört. Es ist von der Mongolei durch den nördlichen Zweig des Kuenlun (Altyntag) und das Nanschan-Gebirge abgetrennt. Die mittlere Höhe dieses Raumes ist 3000 m NN also etwa 1500 m höher als die der mongolischen Hochebene, aber um denselben Betrag niedriger als das eigentliche Tibet. Es handelt sich somit um eine Übergangsstufe, auch im Hinblick auf das Klima. Die

mittleren Temperaturen sind für das Jahr 2,3–3° C, die Julitemperatur erreicht 18° nicht mehr, die sehr geringen Niederschläge liegen um 13–26 mm. Die wüstenhaften Verhältnisse gehen aus dem Klimadiagramm von Golmo am südlichen Beckenrand hervor. Regenreicher ist die höher gelegene Station Tsagan-Us im Osten (Abb. 266).

Die Hebung von Tsaidam zusammen mit der Hebung der tibetischen Hochebene erfolgte erst im frühen bis mittleren Pleistozän. Vorher entsprach die Flora wohl noch ganz der von der Mongolei. Deshalb haben sich bisher nur wenige junge endemische Arten entwickelt wie *Calligonum zaidamense* und *Salsola zaidamensis*.

Der westliche Teil von Tsaidam (Kreis 21) ist eine erhöhte Ebene mit einer sehr lichten Pflanzendecke aus Komplexen einer gipsophilen, halophilen und psammophilen Strauchvegetation; der nördliche Teil (Kreis 22) umfaßt die Vorberge des Nanschan, z. T. aus sandigen Hügeln bestehend, mit einer *Artemisia*-*Salsola*-Vegetation. Der tiefste zentrale und südöstliche Teil (Kreis 23) besteht aus vegetationslosen Salzsümpfen, denen das ganze Gebiet den Namen verdankt (WALTER 1968, Abb. 560, S. 800), und aus *Tamarix*-*Nitraria*-Salzwiesen der Flußtäler, ihren Deltabildungen und den Salzseen; nur im Süden am Fuß des Kuenlun sind Sandflächen mit Barchanen vorhanden (WALTER, Abb. 561). Der östliche Teil ist der höchste und gebirgige (Kreis 24). Der sumpfige zentrale Teil und die vielen Salzseen erhalten ihr Wasser durch die zahlreichen von dem östlichen schneereichen Kuenlun herabkommenden Flüsse.

Im Tsaidam-Becken selbst findet man keine Vertreter der tibetanischen Flora, wohl aber auf den umgebenden Gebirgen. Es sind Arten wie *Microula sikkimensis* (Borag.), *Rumex nepalensis*, *Rheum spiciforme*, *Saussurea sorocephala*, *Thylacospermum rupifragum* (Caryoph.), *Lagotis brachystachya* (Scroph.), *Geranium pylzovianum*, *Salvia roborovskii*, *Adenophora himalayana*, *Aconitum gymandrum*, *Dracocephalum tanguticum*.

Die Nähe der Dsungarei kommt durch solche

Arten wie *Poacynum hendersonii*, *Trachomitum lancifolium* (Apoc.) und viele *Calligonum*-Arten zum Ausdruck. Am verbreitetsten sind jedoch die mongolischen Geoclemente. Insgesamt wurden bisher etwa 200 Arten gesammelt.

6 Bestandesaufnahmen der sandig-kiesigen und mit Schutt bedeckten Flächen der Vorberge ergaben folgende vereinzelt stehende Arten:

Tamarix ramosissima, *Myricaria alopecuroides*, *Ephedra przewalskii*, *Nitraria schoberi*, *Calligonum zaidamense*, *Calligonum* spp., *Salsola abrotanoides*, *Reaumuria songorica*, *Sympegma regelii*, *Eurotia ceratoides*, *Artemisia* spp., *Halogeton glomeratus*, *Cynomorium songaricum*, *Lepidium perfoliatum*. Auch *Haloxylon ammodendron* bildet stellenweise lichte Bestände.

Auf teilweise ausgewehten Sandkupsten wächst vor allem *Calligonum zaidamense*, bei nicht sehr tiefem Grundwasserstand auch *Tamarix ramosissima* und *Nitraria tangutorum*, bei noch höherem *Populus diversifolia* und *Phragmites*. Oft sieht man absterbende Bäume, was auf ein Absinken des Grundwassers durch tieferes Einschneiden der Flußläufe hindeutet.

Auf unbeweglichem Sand herrschen bei 40% Deckung vor:

Artemisia cf. *arenaria*, *A. xerophytica*, *Oxytropis* cf. *aciphylla*, *Aneurolepidium dasystachys*, *Thermopsis lanceolata* (Leg.) mit *Stipa glareosa*, *Salsola paulsenii*, *Corispermum mongolicum*, *Echinops gmelini*, *Potentilla bifurca* u. a.

Im regenreichen Osten ist die Deckung in der *Artemisia-Salsola*-Halbwüste sogar 70–80%.

Auf Solontschak fehlt die Vegetation oder man findet vereinzelt vor allem *Kalidium gracile* mit *K. foliatum*, *Salicornia europaea*, *Lycium turcomanicum*, *Salsola praecox* und nur selten *Phragmites communis*.

Am reichsten ist die Pflanzendecke der sumpfigen, halophilen Wiesen, die durch die Flüsse dauernd Wasser erhalten.

Folgende Pflanzen seien genannt: *Phragmites*, *Atropis*, *Carex* spp., *Calamagrostis pseudophragmites*, *C. macilenta*, *Heleocharis atropurpurea*, *Juncus gerardi*, *Trichophorum pumilum*, *Triglochin striatum*, *T. maritimum*, *T. palustre*, *Glaux maritima*, *Youngia paleacea* (Comp.), *Saussurea salsa*, *Mulgedium tataricum*, *Thermopsis lanceolata*, *Sphaerophysa salsula* (Leg.) und stellenweise *Tamarix* und *Nitraria* auf den Flußterrassen.

Auf Böden um Salzseen, deren Grundwasser wahrscheinlich relativ süß ist, bilden sich Bestände (Deckung 80–90%) von *Psathyrostachys* (*Hordeum*) *junceae*, *Aneurolepidium dasystachys*, *Phragmites communis*, *Bolboschoenus affinis*, *Typha angustata*, *Saussurea glomerata* u. a.

In den Wanderdünengebieten Tsaidams trifft man eine seltene Form von in der Windrichtung verlaufenden parallelen Dünenrücken, deren Länge 4–5 km und deren Höhe 15–16 m betragen kann. Sie sind in den Randgebieten der zentralen Senke verbreitet und ihre Richtung wird durch die dort vorherrschenden N- oder SW-Winde bestimmt. Sie bilden sich auf einer ebenen versalzten Bodenoberfläche aus¹.

Die Barchane sind in Tsaidam wie immer vegetationslos; nur zwischen den Sicheldünen kommen vereinzelt *Artemisia arenaria*, *Psammochloa villosa*, *Corispermum mongolicum*, *Agriophyllum arenarium* und *Thermopsis lanceolata* vor.

Die Sande haben sich durch das Auswehen der verwitternden tertiären Sandsteine und Konglomerate sowie der Fluß- und Seeablagerungen gebildet.

Der geologische Aufbau von diesem Becken geht aus Abb. 267 hervor. Vegetationsbilder findet man bei WALTER 1968 auf Abb. 560–562 (S. 800–801).

7. Kältewüsten der zentralasiatischen Hochgebirgsebenen

a) Tibet (s. Abb. 241, Kreise 25–29)

Zu Zentralasien gehört auch «das Dach der Welt», das höchste Gebirgsplateau zwischen Kuenlun und Nanschan im Norden und dem Himalaja im Süden – Tibet mit Pamir im Westen. Tibet erstreckt sich von West nach Ost über 2000 km und von Nord nach Süd über 1200 km, seine mittlere Höhe ist 4200–4800 m NN, wobei zahlreiche die Hochfläche durchziehende Gebirgsrücken diese nochmals um 1000 m und mehr überragen. Sie teilen das Gebiet in viele einzelne abflußlose Becken, in die sich die Schmelzwässer von den Bergen ergießen und ungeachtet der geringen Niederschläge infolge der geringen Verdunstung vernäßte Frostschuttsümpfe und Salzseen bilden. Nur die östlichsten und südlichsten Teile haben einen Ab-

¹ Verf. fand dieselben zum Wind parallelen Dünenrücken über grundwasserfeuchtem Boden an der Meeresküste bei Coro in Venezuela, wo ständig der Passat aus der NE-E-Richtung weht; nur sind sie dort dicht mit *Prosopis* bewachsen (vgl. WALTER, H.: Vegetation der Erde, Bd. I. 3. Auflage 1973 Jena-Stuttgart, Seite 415–420).

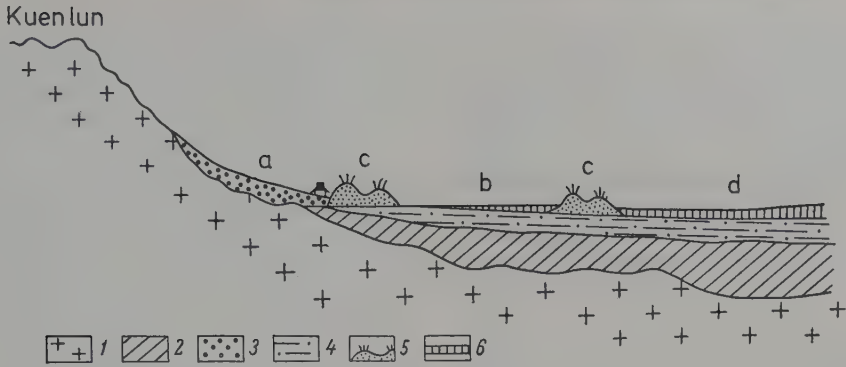


Abb. 267. Geomorphologisches Profil durch den Südteil des Tsaidam-Beckens (nach PETROV): 1 Vortertiäre Schichten, 2 tertiäre Gesteine, 3 kiesig-sandige Schuttkegel, 4 alte Seeablagerungen, 5 große Haufendünen, 6 rezente salzhaltige Ablagerungen des Sees Dausan-Nur. a Hangfuß, b Delta der Kuenlun-Flüsse, c Sande mit *Tamarix*, d Solontschak-Vegetation.

fluß zum Ozean; denn dort beginnen die großen Ströme Südasiens und Indiens.

Die tibetanische Floren-Provinz wird in 4 Kreise gegliedert (Abb. 241): a) Im Nordwesten den Nanschan und Amdo oder Chamdo (Kreis 25), b) das Gebiet der tiefen Flußtäler im Südosten (Kreis 26), c) im Süden das tiefe tibetanische Längstal (Kreis 27) und d) das ausgedehnte Hochtibet oder die Tschantang (Chang-Tan)-Wüste (Kreis 28 + 29) – die extremste Hochfläche der Welt, wenn man von den Inlandeisenflächen Grönlands und der Antarktis absieht. Das Klima Hochtibets ist lebensfeindlich. Der Luftdruck der Atmosphäre beträgt nur die Hälfte des normalen, die mittlere Jahrestemperatur ist -5°C ; nur der Juli hat ein positives Temperaturmittel von etwa 8° , die mittlere Tagesschwankung ist 37° ; dazu kommen die Sturmwinde von im Mittel 15 m/sec und die

spärlichen Niederschläge unter 100 mm im Jahr, meist als Hagel mit einem Maximum im Sommer, eine sehr starke Strahlung und große Trockenheit der Luft.

Dementsprechend ist die Pflanzendecke arm etwa wie in der polaren Tundra. Sie setzt sich vorwiegend aus Kräutern mit großen unterirdischen Speicherorganen und kleinen oberirdischen Sprossen zusammen, meist als Polster oder Rosetten ausgebildet. Hinzu kommen kleine Gräser und vor allem Cyperaceen sowie Moose und Flechten.

Eine Übersicht über das Relief und die Klimagliederung gibt Abb. 268.

Die Flora von Hochtibet besteht aus etwa 50 Arten, in ganz Tibet mit den artenreichen Randgebieten aus etwa 1000 Arten (GRUBOV 1959, WARD 1935, WISSMANN 1960, 1961.)

Die Pflanzen sind nach Hochtibet erst in der

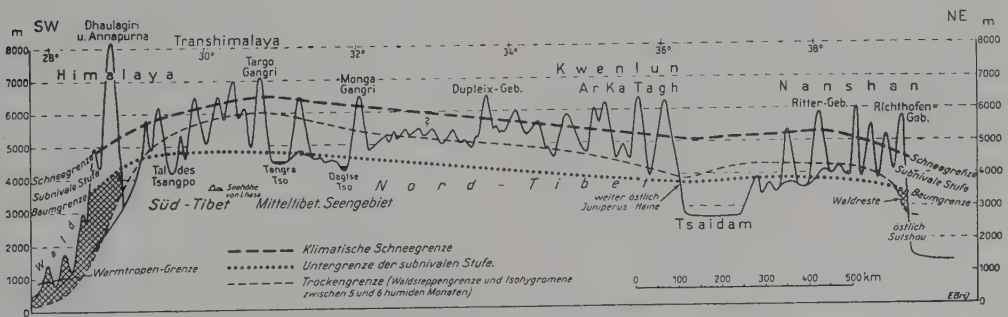


Abb. 268. Klimaprofil durch Tibet von SW nach NE, $7\frac{1}{2}$ -fach überhöht (nach H. VON WISSMANN 1961, aus H. WALTER 1968). Die Baumgrenze ist in Tibet und im Tsaidam-Becken nur eine theoretische, weil sie oberhalb der Trockengrenze des Baumwachses liegt.

Postglazialzeit eingewandert; denn während des Pleistozäns war das Gebiet vereist. Über die frühere Tertiärflora ist nichts bekannt, da man keine Fossilien gefunden hat. Damals waren die Höhenverhältnisse auch ganz andere. Die Einwanderung der Flora erfolgte aus den Nachbargebieten, die nicht vereist waren, also aus Zentralasien Vertreter der Wüstenflora und aus Ostasien Vertreter der mehr gemäßigten Flora sowie vor allem vom Himalaja Vertreter der Gebirgsflora.

Am verbreitetsten sind die zentralasiatischen Geoelemente mit einigen Neoelementen:

Eurotia ceratoides, *Kochia prostrata*, *Microula tibetica*, *Myricaria prostrata*, *Reaumuria trigyna*, *Rheum spiciforme*, *Thylacospermum rupifragum*, *Chamaerhodos sabulosa*, *Oxytropis aciphylla*, *Thermopsis alpina*, *Astragalus* spp., *Acantholimon diapensioides*, *Tanacetum tibeticum*, *Artemisia wellbyi*, *Ptilagrostis concinna*, *P. purpurea*, *Agropyrum arnoldianum*, *Avenastrum* spp., *Festuca* spp., *Elymus junceus*, *E. gerardianus*.

Die ostasiatischen Geoelemente spielen nur in den östlichen und südöstlichen Gebirgen eine größere Rolle. Zu ihnen gehören Arten der Ranunculaceen und solche von *Gentiana*, *Pleurogyne*, *Swertia*, *Pedicularis*, *Meconopsis*, *Pegaeophyton scapiflorum* (Cruc.), *Primula*, *Androsace*, *Rhododendron*, *Corydalis*, *Saxifraga*, *Rhodiola*, *Cremanthodium* (Comp.), *Ligularia*, *Saussurea* u. a.

Die Zahl der holarktischen Elemente ist gering, doch weisen gerade sie eine Massenverbreitung auf: Arten der Gattungen *Kobresia*, *Carex*, *Heleocharis*, *Eriophorum* und *Juncus* bilden ausgedehnte Rasen und Sümpfe um Seen und in Niederungen zwischen Gebirgszügen.

Sehr stark vom übrigen Tibet verschieden ist der östliche Teil, der durch das Tsaidam-Becken vom übrigen Tibet abgetrennt wird und als Tsinhai (= Kuku-Nor-See) bezeichnet wird; er besteht aus den Kreisen 25 (bewaldeter Nanschan) und 26 (Gebirgssteppenebene Amdo). Dieses Gebiet besitzt ein weniger extremes Klima: Die Temperatur des wärmsten Monats ist 10–15 (17)°C, das absolute Minimum –26°, das absolute Maximum 34°. Die Niederschläge betragen 150–380 mm und die stürmischen Winde fehlen.

Die alpinen Wiesen enthalten Arten der oben aufgezählten ostasiatischen Gattungen und außerdem solche von *Anemone*, *Trollius*, *Paraquilegia*, *Crepis*, *Leontopodium* u. a.

Die subalpinen Hochstauden werden von Arten der Gattungen *Polygonum*, *Aconitum*, *Delphinium*, *Rheum*, *Ligularia* u. a. gebildet. Endemiten aus der himalajischen Verwandtschaft sind

Przewalskia tangutica (Solan.), *Pomatosace filicula* (Prim.), *Nannoglottis carpesioides* und *Xanthopappus* (Comp.), *Littledalea racemosa* (Gram.) u. a. Allerdings deuten Arten (z. T. endemische) von *Astragalus*, *Oxytropis*, *Allium* und *Potentilla* noch auf zentralasiatische Beziehungen hin. Relativ groß ist die Zahl der Straucharten (Artenzahl in Klammern): *Rhododendron* (4), *Acer* (2), *Philadelphus* (1), *Hydrangea* (1), *Sorbus* (2), *Prunus* (3–4), *Sorbaria* (1), *Lonicera* (6) u. a. Sie gehen auch als Unterwuchs in die Fichten- und Mischwälder hinein.

Dieser Reichtum ist auf die geringe Vereisung dieses Gebietes im Pleistozän zurückzuführen. Gegenüber den weiter östlichen Gebirgen ist die Flora jedoch immer noch sehr arm (in Ostchina und Himalaja über 200 *Rhododendron*-Arten).

Der Kreis 25 (Nanschan) stellt ein System von parallelen Gebirgszügen in der Richtung WSW–ENE dar mit einer mittleren Höhe von 4000 m NN und Tälern, die bis 2000–2500 m hinuntergehen. Das ganze Gebiet ist abflußlos. Der östliche Teil ist niedriger und feuchter, die Nordhänge sind mit *Picea asperata*-Wäldern bedeckt; seltener kommt *Pinus tabulaeformis* vor und auf Lichtungen *Betula japonica*, *B. alba* var. *sinensis* und *Populus davidiana* (*P. tremula* var.). In der zweiten Baum- oder Strauchschicht treten in den unteren Höhenlagen auf: *Acer davidii*, *A. tetramerum*, *Corylus mandshurica*, *Philadelphus kansuensis*, *Daphne girardii*, *Rhododendron agglutinatum*, *Rh. anthopogonoides*, 4 *Lonicera*-, 4 *Prunus*- und 3 *Ribes*-Arten, eine Reihe von *Salix*-Arten, *Spiraea*, *Rosa*, *Evonymus*, *Berberis* u. a. Das ist eine schon fremde Flora, die mehr nach Ostasien deutet. Noch weiter östlich kommen schon rein ostasiatische artenreiche Wälder mit *Picea purpurea*, *Abies faxoniana*, *Arundinaria* und vielen anderen Arten vor. Habituell erinnern die Fichtenwälder an die europäischen, nur sind sie viel farnreicher.

Um den hoch gelegenen See Kuku-Nor (3200 m NN) breiten sich im Südosten des Beckens *Artemisia-Festuca-Stipa*-Steppen aus mit *Artemisia desertorum*, *A. macrocephala*, *Festuca* cf. *rubra*, *Stipa capillata* s. l., *S. sibirica*, *Poa bulbosa*, *Astragalus* spp., *Oxytropis* spp. u. a.

Die südliche Hälfte von Tsinghai, die wenig gegliederte Gebirgssteppen-Hochebene fällt von 4000 m NN nach Osten auf 3000 m ab. Sie wird durch den Huang-Ho entwässert und ist trockener. Die Gebirgsrasen bestehen aus *Kobresia*, *Carex*, *Festuca*, *Deschampsia*, *Poa*, *Avenastrum*,

Stipa u.a. Die wichtigsten ostasiatisch-himalajischen Kräuter wurden bereits genannt. Vegetationskundliche Arbeiten über Tsinghai fehlen.

Der nächste Kreis 27, das Gebiet der tiefen Flußtäler, ist eine leicht nach Osten abfallende Hochebene (mittlere Höhe 3800 m NN), in die sich der Huang-Ho, Jalung, Jangtsekiang, Mekong und Saluën mit ihrem Oberlauf eingeschnitten haben¹. Die mittlere Jahrestemperatur ist hier 0° bis -4° C, die Niederschläge steigen von 100 mm im Westen auf 400 mm im Osten an. Es ist ein Gebiet der Hochgebirgs-Wiesensteppen mit vorherrschenden *Kobresia royleana* und *Carex moorcroftii*; auch die Gräser (*Festuca*, *Ptilagrostis*, *Poa*, *Agropyrum*) sind stark vertreten und *Polygonum sphaerostachyum* sowie *Poa vivipara* sind an feuchten Stellen bestandbildend. Polsterpflanzen (*Thylacospermum rupifragum*, *Stellaria decumbens*, *Androsace tapete*, *Arenaria musciformis*), Hemikryptophyten sowie Geophyten (*Astragalus*, *Oxytropis*, *Pedicularis*, *Gentiana*, *Primula*, *Rheum*, *Stellera*, *Potentilla*, *Meconopsis*, *Allium*, *Fritillaria* u.a.) sind häufig. In Sümpfen stehen *Heleocharis*, *Eriophorum* und *Carex*.

Im westlichen Teil ist die Flora fast so arm wie in Hochtibet; auf Schutt und in Felsspalten wachsen aber niedrige *Saussurea*, *Cirsium*, *Stipa* u.a.; in Schluchten *Phlomis rotata*, *Pedicularis rupicata*, *Meconopsis integrifolia* (WALTER 1968, Abb. 576, S. 827).

Im Osten treten dagegen 1 m hohe Sträucher auf, meist polsterförmig-kugelige mit kleinen Blättern (*Juniperus squamata*, *J. tibetica*, *J. semiglobosa*, *J. przewalskii*, *J. convallium* mit *Rhododendron fastigiatum*, *Salix biondiana*, *S. variegata*, *Dasiphora fruticosa* s.l., *Caragana jubata*, *C. tibetica*, *Spiraea*, *Cotoneaster*). Auf Schutthängen breitet sich *Hippophaë rhamnoides* aus.

Südtibet (Kreis 28) ist das große hügelige Längstal zwischen dem höchsten Gebirgssystem des Himalaja und dem des Transhimalaja. Es ist tektonisch bedingt, fällt leicht nach Osten von 4500 m NN auf 3500 m ab und wird durch den Oberlauf des Tsangpo (Brahmaputra), des Indus und die Nebenflüsse des Ganges entwässert. Dieses Teilgebiet von Tibet ist das

wärmste, aber immer noch trocken, obgleich die Niederschläge 500 mm erreichen können (Lhasa 437 mm und 9,8°C); der Sommermonsuncharakter des Klimas ist sehr ausgesprochen, die Winter sind trocken und mild, so daß um Lhasa schon Baumpflanzungen möglich sind (*Populus alba*, *P. cathayana*, *Ulmus pumila*, *Corylus heterophylla*, *Prunus ansu*). Der Hauptvegetationstypus sind jedoch Schuttboden-Gesellschaften mit *Oxytropis aciphylla*, *Astragalus tibeticus*, *Thermopsis alpina*, *Artemisia salsoloides*, *Stellera chamaejasme*, *Taraxacum* spp. Im Osten treten xerophile Sträucher auf: *Sophora viciifolia*, *Lonicera spinosa*, *Berberis* spp., *Ceratostigma griffithii* (Plumb.), *Buddleia tibetica* und in Flußtälern *Buddleia lindleyana* sowie *Elaeagnus pungens*, *Hippophaë rhamnoides*, aber auch *Caragana* spp., *Rosa sericea*, *Cotoneaster acutifolia*, *Dasiphora fruticosa* s.l. Für die oberen Berghänge sind *Juniperus pseudosabina*-Bestände typisch, für alluviale Böden der Flußtäler *Imperata cylindrica*-*Stipa inebrians*-Gesellschaften. Östlich von Lhasa bewächst *Sophora moorcroftiana* bewegliche Dünen, am Nordfuß des Himalaja nehmen Halophyten (*Salsola* spp. u.a.) die Ufer der Seen ein, die z.T. austrocknen. In diesem Teilgebiet ist Ackerbau möglich, deshalb ist es auch das am dichtesten besiedelte.

Ganz anders ist der Charakter weiter westlich mit «Badlands» und bis zu 600 m tiefen Canyons; doch findet man ganz im Westen im Sutlej- und Indus-Oberlauf Wiesensteppen und selbst *Salix* und *Populus*. Aber dieses Gebiet ist botanisch kaum erforscht.

Von Hochtibet (Kreis 29) ist der größte Teil eine Hochebene (5000 m NN), die von nach Osten fächerförmig auseinandergehenden nur 300-400 m hohen Rücken gegliedert wird. Sie ist bis auf den kleinen zum Indus entwässernden Teil abflußlos. Die potentielle Verdunstung ist niedrig; doch kommt es zur Ausbildung von vielen Salzseen und salzigen Sumpfgebieten im Gegensatz zu den entwässerten Kreisen 27 und 28, in denen weniger Seen sind und nur solche mit süßem Wasser. Das Relief wurde durch Gletscher und Frostverwitterung geformt. Fels-hänge und Schuttflächen dominieren. Die Böden sind flachgründig und meist verbrackt.

Krautige Polsterpflanzen spielen eine große Rolle (*Artemisia wellbyi*, *Astragalus malcolmii*, *A. arnoldii*, *Acantholimon diapiensoides*, *Thylacospermum rupifragum*, *Saussurea tridactyla*, *S. wellbyi*, *Thermopsis alpina*) ebenso dichthorstige Gräser

¹ Nur der Oberlauf dieser Täler gehört zum Großraum VII, während der Mittellauf mit feuchten Wäldern an den Hängen und trockeneren aus Eichen und Kiefern am Talboden schon zum Großraum VI und der Unterlauf z. T. zum Großraum V zu rechnen ist (SCHWEINFURTH 1972).

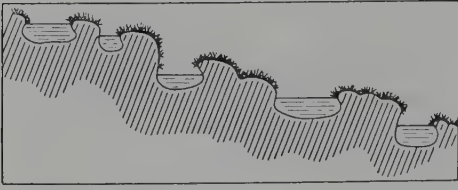


Abb. 269. «Naka»-Moore am Nordhang, infolge Solifluktion aus schmalen niedrigen Dämmen und Tümpeln bestehend; letztere trocknen zeitweilig aus oder frieren zu (nach A. Tafel, aus WALTER 1968).

(*Ptilagrostis purpurea*, *P. concinna*) und Zwergsträucher (*Eurotia ceratoides*, *Tanacetum tibeticum*, *Ephedra distachya*, *E. gerardiana*, *Myricaria prostrata*, *Reaumuria trigyna*).

Nur in den Niederungen an Flußläufen und Secufern ist die Pflanzendecke geschlossen durch Rasen von *Kobresia bellardii* und *Carex moorcroftii* mit *Juncus thomsonii*, *Triglochin palustre*, *Heleocharis* spp., *Ranunculus tricuspidatus* u. a. Die einzige größere Holzpflanze ist *Juniperus squamata* (nahe *J. pseudosabina*), in Flußtälern auch *Myricaria elegans* (WALTER 1968, Abb. 581, S. 830).

Besonders typisch sind an Nordhängen die Hügel- oder Naka-Moore von *Kobresia tibetica*, die so hart ist, daß die Kamele sich nicht nur die Lippen, sondern auch die dicken Fußsohlen zerstechen (Abb. 269). Die Vegetation ist im Ganzen so spärlich, daß sie nicht für die Herden der Nomaden ausreicht, sondern nur für die Wildherden von Antilopen, Kyang und im Osten auch vom Jak.

b) Pamir (s. Abb. 241, Kreis 30)

Pamir schließt sich im Westen an Hochtibet an; es ist ein Hochgebirgsland mit einer mittleren Höhe von 3500–4500 m NN mit breiten, flachen Tälern, die mit alluvialen Ablagerungen ausgefüllt sind und durch Gebirgsrücken mit Mittelgebirgscharakter von einander getrennt werden. Einige besonders hohe Gebirge (über 7000 m) nehmen mehr eine Randlage ein (Abb. 187). Sie halten die feuchten Luftmassen von dem inneren Teil ab, der sich infolgedessen trotz der Höhenlage durch große Trockenheit auszeichnet. Die mäandrierenden Flüsse haben eine langsame Strömung, z. T. versumpfen sie oder werden von Wiesen begleitet. Sehr merkwürdig sind die unterirdischen Flüsse, die in den Schuttmassen fließen, bei Abdämmung durch ein

Ganggestein jedoch an die Oberfläche treten und bald darauf wieder in dem Schutt versinken. Zahlreiche Seen sind vorhanden, einige wurden durch Bergstürze gebildet.

Die Lage der Schneegrenze hängt ganz von der Niederschlagshöhe ab. Bei 40 mm Niederschlag fehlt sie selbst über 5500 m NN, bei 100 mm liegt sie in etwa 5500 m Höhe, bei 500 mm dagegen schon in 4000 m NN.

STANJUKOVITSCH (1949) unterscheidet drei Höhenstufen:

1. die subalpine 3500–4150 m NN
2. die alpine 4150–4750 m NN
3. die nivale über 4750 m NN.

Die Höhenangaben sind nur ungefähre Mittelwerte. Außerdem wird jede Höhenstufe in verschiedene Regionen je nach dem Niederschlag gegliedert. So hat man z. B. in der subalpinen Stufe bis zu einem Niederschlag von 150 mm die *Eurotia*-Wüste, bei 150–450 mm subalpine Steppen oder Polsterpflanzen-Fluren, bei noch höheren subalpine Wiesen. Dasselbe gilt für die alpine Stufe. Überhaupt sind diese beiden schwer abzugrenzen.

Das Klima der subalpinen Wüste weist mittlere Sommertemperaturen von 11–12° C auf, aber eine frostfreie Periode von im Mittel nur 62 Tagen; die Temperaturschwankungen in der meteorologischen Hütte betragen 35°, an der Bodenoberfläche jedoch 60°. Die Niederschlagsmenge ist 65–100 mm mit einem Sommermaximum (49%); das Klima als ganzes muß als extrem arid bezeichnet werden.

In der alpinen Wüste liegt die mittlere Jahrestemperatur bei –8° C, die des Sommers bei +5°, die Niederschlagshöhe beträgt 40 mm. Im Bereich der subalpinen Steppen und Hochgebirgsxerophyten sind die Sommertemperaturen 10°, die Niederschläge 150 mm (bis 300 mm).

Das Klimadiagramm von Murghab auf Abb. 217 gibt das Klima im zentralen Pamir wieder, das vom Fedtschenko-Gletscher das Klima eines Randgebirges mit höheren Niederschlägen.

Die subalpinen und alpinen Wüsten Pamirs entsprechen denen von Tibet. Eine Bodenbildung ist nur schwach ausgeprägt. Man bezeichnet die Böden in den Wüsten als Seroseme, in den Steppen als Buroseme. Stärker humos bis torfig sind die Böden unmittelbar unter Polsterpflanzen und die der Wiesen, bei hohem Grundwasserstand auch mit Gleibildung.

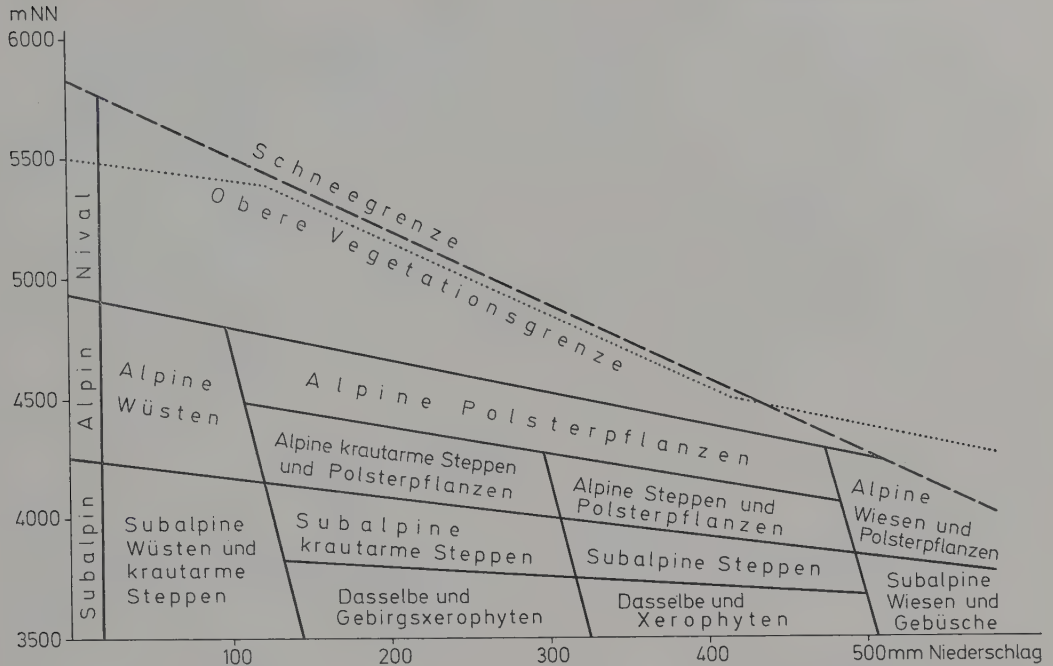


Abb. 270. Höhenstufengliederung in Pamir in Abhängigkeit von der Niederschlagshöhe (nach STANJUKOVITSCH, verändert).

Da die Vegetation sowohl von der Höhenlage, d.h. der Temperatur, als auch bei gleicher Höhe von der Niederschlagsmenge abhängt, so ergibt sich eine komplizierte Gliederung, die schematisch auf Abb. 270 dargestellt ist. Über die Höhenverbreitung der einzelnen Arten gibt die Tabelle 18 auf S. 322 Auskunft. Alle Höhenstufen sind in Pamir stark emporgehoben. Es dominieren die Wüsten; die Flora ist fast rein zentralasiatisch.

In großen Höhen sind die Temperaturverhältnisse am günstigsten nahe an der Bodenoberfläche. Deshalb erheben sich die Pflanzen nur wenig über diese und ihre Wurzeln breiten sich hauptsächlich in geringer Tiefe aus, aber wegen der Trockenheit doch nicht so oberflächlich wie in den Alpen (Abb. 271–274).

Besonders eingehend mit den Wasserverhältnissen und den Wurzelsystemen hat sich SVESCHNIKOVA (1952, 1962) beschäftigt (vgl. WALTER 1968, S. 809 ff.).

Eine bedeutende Rolle spielen in Pamir die Kissenpolsterpflanzen, die für alle Gebiete mit starken Winden charakteristisch sind, z.B. für Patagonien, wo es fast nur noch Polsterpflanzen gibt. Die harten Kissenpolster nehmen leicht das

auf sie fallende Regenwasser auf und speichern im Kissen selbst das 5–6fache ihres Eigengewichts an Wasser (z.B. *Sibbaldia tetrandra*), das vor Verdunstung geschützt ist und durch Adventivwurzeln innerhalb des Kissens aufgenommen wird. Auch die Temperaturverhältnisse im Kissen sind ausgeglichener. Das Wachstum der Kissenpolster ist sehr langsam, bei *Acantholimon diapiensioides* nur 2–5 mm im Jahr, bei *Sibbaldia tetrandra* in die Höhe nur 3–4 mm, radial dagegen im Mittel 16,5 mm.

Man kann mehrere Typen unterscheiden:

1. Harte Kissen nur mit einer Pfahlwurzel:

Gypsophila capituliflora, flache Kissen 10–15 cm i. D.; *Acantholimon hedini*, convexes Kissen 15–25 cm hoch, bis 70 cm i. D.;

Potentilla pamirolaica, sehr verbreitetes flaches Kissen; gleiche Ausbildung bei *P. pamirica*, *Psychrogeton andryaloides* (Comp.) und *Plantago arachnoidea*.

2. Feste Kissen mit sich bewurzelnden Seitenästen:

Acantholimon diapiensioides, sehr dürreresistent, ganz flach, 20–40 cm (bis 1 m) i. D.; wächst zentrifugal und bildet mit der Zeit einen Hexenring (Mitte abgestorben).

Sibbaldia tetrandra, bis 1 m hoch und über 1 m i. D.,

Tab. 18: Höhenverbreitung der Pflanzen in Pamir (nach STANJUKOVITSCH). Punktiert = vereinzelt.

Typus	Leitarten	Subalpine Stufe	Alpine Stufe	Nivale Stufe
Wüsten	<i>Eurotia ceratoides</i>	—	.....
	<i>Artemisia skorniakowi</i>	—	.....
	<i>Artemisia lehmanniana</i>	—	.....
	<i>Tanacetum pamiricum</i>	—		
	<i>Artemisia turczaninowiana</i>	.....	
	<i>Tanacetum xylorrhizum</i>		—	—
	<i>Dracocephalum discolor</i>		—	
Krautarme Steppen	<i>Christolea pamirica</i>	.....	
	<i>Allium polyphyllum</i>	—	.....
	<i>Stipa orientalis</i>	—	.....
	<i>Stipa glareosa</i>	—	.....
	<i>Ptilagrostis subsessiliflora</i>	—		
Steppen	<i>Festuca sulcata</i>	.....	
	<i>Poa litwinowiana</i>		—	
	<i>Festuca coelestis</i>		.....
	<i>Artemisia rupestris</i> f. <i>alpina</i>		—	
	<i>Poa relaxa</i>		—	
Polsterpflanzen	<i>Acantholimon diapiensioides</i>	—	—	
	<i>Saussurea sorocephala</i>		.....	.....
	<i>Oxytropis poncinsii</i>	—	—	
	<i>Oxytropis tianschanica</i>	.....	.....
	<i>Potentilla pamiroalaica</i>		—	
	<i>Oxytropis immersa</i>		—	—
	<i>Sibbaldia tetrandra</i>		—	—
Verschiedene Wiesen	<i>Carex duriusculiformis</i>	—	.....
	<i>Elymus dasystachys</i>	—	.....
	<i>Hordeum turkestanicum</i>	—	—	
	<i>Kobresia stenocarpa</i>	—	—	
	<i>Swertia marginata</i>	—	—	
	<i>Kobresia capilliformis</i>	—	—	
	<i>Calamagrostis anthoxanthoides</i>	—	—	
	<i>Carex melanantha</i>	—	.....
	<i>Kobresia pamiroalaica</i>	—	—	—
	<i>Polygonum viviparum</i>	—	.....
	<i>Atropis hackeliana</i>	—	.....
	<i>Atropis pamirica</i>	—	.....
	<i>Primula nivalis</i>	—	—	—
	<i>Carex orbicularis</i>	—	—	—

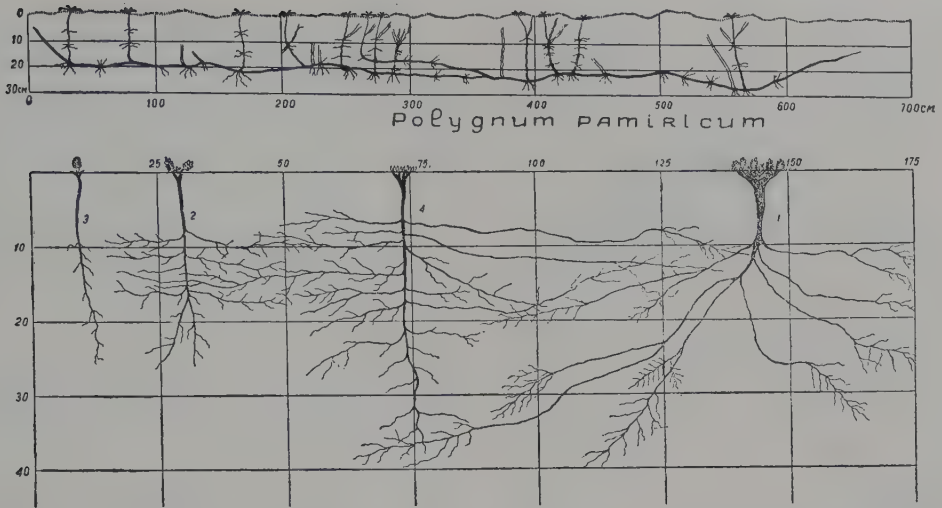


Abb. 271. Wurzelsysteme von Sandpflanzen in Pamir (nach STANJUKOVITSCH). Oben: Wurzeln von *Polygnum pamicum*. Unten von *Oxytropis poncinsii*: 1 mehrjährige Pflanze, 2 zweijährige und 3 einjährige; 4 von *Braya pamicica* (mehrjährige Pflanze). Zahlen = cm.

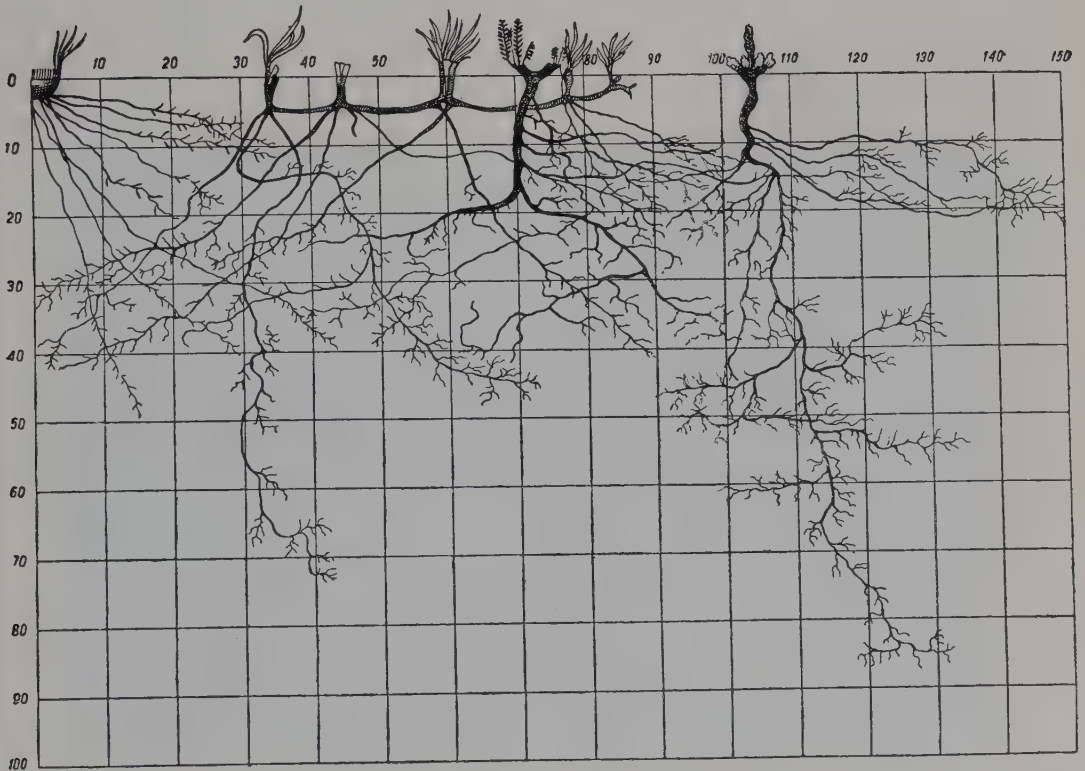


Abb. 272. Wurzelsysteme der *Artemisia skorniakowi* + *Stipa orientalis*-Assoziation (nach STANJUKOVITSCH). Von links nach rechts: *Stipa orientalis*, *Carex duriusculiformis*, *Oxytropis chiliophylla*, *Artemisia skorniakowi*.



Abb. 273. Wurzelsystem von *Saussurea sorocephala*, einer Art der Schutthalden (nach STANJUKOVITSCH). Bodenprofil: Oben grober Schutt, darunter mit Feinerde gemischt.

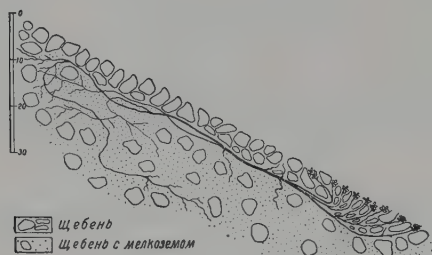


Abb. 274. Dasselbe wie auf Abb. 273, aber für *Didymophsa fedtschenkoana* (Cruc.).

oft windgeformt (stirbt auf der Luvseite ab), bevorzugt feuchteres Klima mit Schneecablagerung in 4400–4900 m NN.

3. Lockere Kissen ohne Adventivwurzeln (sehr häufig in Pamir):

Oxytropis poncinsii, 25–30 cm hoch, 50–60 cm i. D., auf Sandböden weitere 3 *Oxytropis*-Arten, *Hedysarum cephalotes*, *Astragalus myriophyllus*, *Saussurea sorocephala*, *Braya pamirica*, *Erysimum humillimum*, *Draba korschinskyi*, *Smelovskia calycina* (Cruc.), *Macrotomia euchroma* (Borag.).

4. Lockere Kissen mit Adventivwurzeln:

Artemisia rupestris f. *alpina* und *Androsace akbaitalensis*.

5. Luftkissenpflanzen ohne Adventivwurzeln:

Acantholimon pamiricum, halbkugeliges Igelposter, mit radialem Zuwachs von 1,5–2 cm pro Jahr.

Nach STANJUKOVITSCH und KRIVONOGOVA (1973) kommen in Pamir 6 *Acantholimon*-Arten vor, von denen jedoch nur 3 Höhenvarianten dominieren können:

Acantholimon pamiricum bildet in mittleren Lagen von 3300–3600 m NN (Grenzwerte 2300–4300 m NN) 10–15 cm hohe Polster (Ø 10–120 cm, meist 30–40 cm) und deckt 20–30 % (7–60 %) des Bodens.

Acantholimon parviflorum bevorzugt die tiefen Lagen (2300–3500 m NN), ist 10 cm hoch (Ø 25–60 cm) und deckt 15–20 %.

Acantholimon korolkovii ist eine Art der hohen Lagen



Abb. 275. Wüstensteppe im östlichen Pamir (ca. 4000 m NN): *Stipa glareosa* und größere Zwergsträucher von *Eurotia ceratoides* (Foto I. A. RAIKOVA).

(3700–4300 m NN), beschränkt sich mehr auf den Westen, ist mesophiler sowie weniger stachlig und bevorzugt steinige Böden oder Schutt.

Außer diesen Polsterpflanzen sind Halbsträucher und die verschiedenen Formen von Schuttbauern häufig, dagegen annuelle Arten äußerst selten.

1) Wüsten mit vorherrschenden Halbsträuchern

Die Hochgebirgswüsten von Pamir sind ein besonderer Typus, der ganz isoliert von den Wüsten der tiefen Lagen auftritt. Sie nehmen in Pamir den weitaus größten Raum ein. Die Deckung beträgt 8–15%, die Pflanzengemeinschaften sind artenarm (3–7 Arten pro 100 m²), Halbsträucher und Polsterpflanzen sind die häufigsten Lebensformen (Abb. 275).

1. *Eurotia ceratoides*-Gesellschaften: Subalpine Wüsten auf Sand mit *Christolea pamirica* (Cruc.) oder *Stipa orientalis*, auf Schuttböden mit Feinerde mit *Artemisia skorniakowi* oder *Hordeum turkestanicum*, bei leichter Verbrackung mit *Zygophyllum rosovii* oder *Acantholimon diapensioides*, in der alpinen Stufe mit *Tanacetum xylorrhizum*, *Acantholimon hedinii* oder *Oxytropis immersa*.

Bei wenig tiefliegender Permafrostgrenze gesellt sich zu allen diesen Artenkombinationen in einer höheren Schicht *Elymus dasystachys* dazu, bei stärkerer Frühlingsbefeuchtung *Carex duriusculiformis*. Weitere Arten sind *Stipa glareosa*, *Macrotomia euchroma*, *Crepis flexuosa*, *Poa litwinowiana*, *Potentilla moorcroftii*, *Smelovskia calycina*, *Dracocephalum heterophyllum*, *Ephedra fedtschenkoi*.

2. *Artemisia skorniakowi*-Gesellschaften: Auf sandigen Böden mit *Stipa orientalis* und *S. glareosa* oder mit *Ptilagrostis subsessiliflora*. Dazu kommen auch die oben genannten Arten und *Braya pamirica*, *Roegneria czimganica* u. a. (vgl. Wurzelprofile Abb. 271, 272).

3. Weniger verbreitet sind Gesellschaften mit 2 anderen *Artemisia*-Arten oder mit *Tanacetum pamiricum*.

4. Eine artenreichere Gesellschaft mit 50–60% Deckung ist die an Polsterpflanzen reiche mit: 2 *Artemisia lehmanniana*, 1 *Sophiopsis annua*, 1 *Stipa orientalis*, + *S. turkestanica*, + *Poa relaxa*, + *Carex duriusculiformis*, + *Cousinia rubiginosa*, 1 *Astragalus diapensioides*, 1 *A. genistoides*, 1 *Acantholimon pamiricum*, + *Solenanthus stylosus*, + *Arenaria griffithii*, + *Lactuca orientalis*, + *Hedysarum cephalotes*.

Die alpinen Wüsten liegen in Höhen von 4300–4700 m NN.

Es herrschen auf den verschiedensten Böden *Tanacetum*-*xylorrhizum*-Gesellschaften vor (Deckung

3–10%) mit der steten *Parrya excapa* (Cruc.) und *Oxytropis poncinsii*, *Braya pamirica*, *Richteria pyrethroides*, *Hordeum turkestanicum* oder im oberen Teil der Stufe mit *Melandrium apetalum* und 2 *Rhodiola*-Arten.

2) Steppen, ärmer an Halbsträuchern

Den Übergang von den Wüsten bilden Steppen mit sehr geringer Deckung. Man kann unter diesen krautreiche Steppen und Grassteppen unterscheiden.

Zu ersteren gehören a) die *Christolea pamirica*-Gesellschaften auf Moränen (3–10% Deckung) mit *Oxytropis chiliophylla* und *Stipa glareosa* oder auf Sand mit *Braya pamirica*, *Tanacetum xylorrhizum* und *Oxytropis poncinsii* (insgesamt 13 Arten); b) die *Allium polyphyllum*-Gesellschaften in 3900–4500 m NN (oft sich über viele km erstreckend) mit *Ptilagrostis subsessiliflora* vergesellschaftet und dazu *Iris tianschanica*, *Roegneria schugnanica*, *Oxytropis*-Arten und *Potentilla moorcroftii*; auf steinigten Böden in S-Exposition auch mit *Artemisia*, *Dracocephalum* und *Tanacetum xylorrhizum*.

Die Grassteppen sind am besten auf Talsanden ausgebildet. Die Dominanten in der Reihenfolge der zunehmenden Hygrophilie sind *Stipa orientalis*, *S. glareosa* und *Ptilagrostis subsessiliflora*; dazu gesellen sich *Eurotia*, *Artemisia*, *Tanacetum* hinzu und andere bereits genannte Arten. Anzufügen wären noch *Halogeton*-Arten, *Echinopsilon divaricatus*, *Trigonella pamirica* u. a.

Echte subalpine Steppen mit 50% Deckung und unter 4200 m NN bleibend sind die *Festuca sulcata*-Steppen: 3 *Festuca sulcata*, 1 *Hordeum turkestanicum*, + *Poa litwinowiana*, + *Atropis subspicata*, 1 *Potentilla pamirolaica*, 2 *Saussurea pygmaea*, 1 *Oxytropis immersa*, 1 *Smelovskia*, 1 *Potentilla moorcroftii*, + *Erysimum altaicum*.

Diese Steppen bevorzugen Nordhänge mit dunklen Kastanienerden. In den alpinen Steppen herrschen mit zunehmender Befeuchtung folgende Grasarten vor: *Poa litwinowiana*, *Festuca coelestis*, *Poa relaxa*.

Die Begleiter sind wiederum die Arten, die wir für die alpine Stufe bereits nannten. Dazu kommen *Colpodium leucolepis*, *Richteria*, *Androsace*, *Carex pseudofetida* und bei besserer Schneebedeckung *Nepeta kokanica*.

Zu den Steppen gestellt werden auch bei höheren Niederschlägen die *Artemisia rupestris* f. *alpina*-Gesellschaften mit über 40% Deckung auf lehmigen Böden. Die begleitenden Arten sind ähnlich.

3) Polsterpflanzen-Gesellschaften

Diese alpinen Gesellschaften haben eine Deckung von 30–40%.

Es herrschen mit zunehmender Feuchtigkeit folgende Arten vor:

Acantholimon diapensioides (Schuttböden), *Saussurea sorocephala* (Sand), *Oxytropis poncinsii* (Sand), *O. tianschanica* (Sand), *Potentilla pamiroalaica*, *P. pamirica*, *Oxytropis immersa* (Schutt), *Sibbaldia tetrandra*. In die nivale Stufe gehen nur *Saussurea*, *Oxytropis immersa* und *Sibbaldia* hinauf.

Ähnliche Polsterpflanzen-Gesellschaften kennt man auch aus dem Zentralen Tjanschan und aus dem Kaukasus.

Zwischen den Polstern und oft auf den Polstern selbst wachsen *Eurotia*, *Stipa glareosa*, *Carex* spp., *Pedicularis cheilanthifolia*, *Polygonum molliaciforme* oder *P. paronychioides*, *Tanacetum*, *Elymus*, *Allium*, *Iris*, *Braya*, *Roegneria*, *Smelovskia*, *Macrotomia* u.a.

Bei größerer Feuchtigkeit findet man in 4200 m (Deckung 35–40%): 3 *Sibbaldia tetrandra*, 2 *Kobresia stenocarpa*, 1 *Saxifraga hirculus*, + *Leontopodium ochroleucum*, + *Potentilla pamiroalaica*, 2 *Primula nivalis*, + *Aster heterochaeta*, + *Atropis subspicata*, + *Alopecurus mucronatus*.

4) Alpine Wiesen

Subalpine Wiesen fehlen in Pamir fast ganz, alpine sind nur als kleine Flächen längs der Bäche oder in Senken vorhanden. Schneetälchen kennt man nicht. Hohes Grundwasser ist im ariden Pamir mit Verbrackung verknüpft, was sich auf die Wiesenvegetation auswirkt.

Als Dominanten lassen sich auf folgenden Biotopten unterscheiden:

1. Geringe Bodenfeuchtigkeit:

Mäßig verbrackt – *Carex duriusculiformis*

Stark verbrackt – *Elymus dasystachys* oder *Hordeum turkestanicum*

2. Mäßig feuchte Wiesen:

Nicht verbrackt – *Kobresia stenocarpa*, *Swertia marginata*, *Kobresia capilliformis* oder *Calamagrostis anthoxanthoides*

An fließendem kaum salzhaltigem Wasser – *Carex pseudofoetida*, *Kobresia pamiroalaica*, *Polygonum viviparum*

Leicht verbracktes Grundwasser – *Atropis haeckeliana*, *A. pamirica*

3. Nasse Wiesen:

Durch tauenden Schnee – *Carex melanantha* und *Primula nivalis*

An fließendem schwachsalzigem Wasser – *Carex orbicularis*

Schwach salziges Grundwasser – *Carex parva*.

Auf verbracktem Boden kommen Halophyten wie *Glaux maritima* und *Triglochin maritimum* vor, bei

dominanten *Carex pseudofoetida* und *Hordeum turkestanicum*, außerdem noch *Poa tibetica*, *Taraxacum dissectum* und *Geranium collinum*.

Dagegen findet man bei Vernässung durch tauenden Schnee bei 100% Deckung neben *Carex melanantha* und *Primula nivalis* auch *Cerastium cerastioides*, *Saxifraga hirculus*, *Leontopodium ochroleucum*, *Trisetum spicatum*, *Thalictrum alpinum*, *Swertia*, *Gentiana* u.a.

Über die ökologischen Verhältnisse in Pamir und Tibet vgl. H. WALTER (1968) «Die Vegetation der Erde», Bd. II, S. 809–833.

5) West-Pamir, Badachschan

Die bisherigen Ausführungen bezogen sich auf das östliche Pamirgebiet, d.h. auf den Teil der zu Tadshikistan gehört und östlich von etwa 72° 45'E liegt. Er zeichnet sich ungeachtet der starken Vergletscherung während der Glazialzeiten und der Höhe von etwa 4000 m NN durch ein relativ ausgeglichenes Relief aus. Der Grund dafür könnte darin zu suchen sein, daß das Eis bei der großen Trockenheit des Klimas vielleicht verdunstete. Denn AGACHANJANZ (1965) gibt an, daß P. V. GUBSKI in der Nähe von Murgab in einer Höhe von 3860 m NN von Dezember 1963 bis März 1964 eine Schneeverdunstung von 43,7 mm feststellte, während der Niederschlag in diesem Zeitraum nur 22,3 mm betrug. Auf einzelnen Flächen verdunstete im März in 18 Tagen sogar eine Schneemenge, die einem Niederschlag von 80 mm entsprach.

Im Gegensatz zum Östlichen Pamir ist das Gebiet westlich von 72° 45'E und südlich von 38½° N ein wildes Gebirgsland mit Rücken bis über 5000–6000 m NN und tiefen Tälern, die z.T. unter 2500 m NN liegen. In diesem Teil wurde ein Jahresniederschlag von 90–217 mm gemessen; die Niederschläge kommen von Westen und fallen vorwiegend im Winter. Die Gebirgsrücken südlich vom Transalai verlaufen von Ost nach West; es sind folgende: Wantschan, Jasgulemski-Geb., Ruschan (Roschan), Schugnan (Schighnan) und im Süden auf afghanisches Gebiet übergreifend das Wakan (Wakhan)-Gebirge. Nur das Schachdarinsche Gebirge im Südwesten verläuft meridional. Dieser Westliche Pamir wird auch als Gorno-Badachschan bezeichnet, wobei man den nordöstlichen Teil von Afghanistan (Badachschan) hinzurechnet. Auf Abb. 203 sind die genannten Gebirge eingezeichnet, aber nur das Wakhan-Gebirge mit Namen; afghanisch Badachschan

liegt zwischen Darwaz im Norden und Kokcha im Süden.

Auch West-Pamir zeichnet sich durch extreme Temperaturverhältnisse aus. Bei der Steilheit des Reliefs herrschen Rohböden vor. Die sehr verschiedenen Höhenstufenfolgen schildert AGACHANJANZ (1958) für den tadshikistanischen Teil. Die Aridität ist im Süden am größten.

Im Wachan-Gebirge reicht die Wüste bis 3500 m NN hinauf. Es herrschen sehr offene *Hammada wakhanica*-Bestände vor mit wenig *Echinops nanus*, *Lepidium latifolium* u. a. (an Nordhängen mehr *Artemisia* spp., *Ephedra intermedia* u. a. sowie Ephemeriden). Darüber folgt am Südhang eine Gebirgsxerophyten-Stufe, die bis über 4000 m NN hinaufreicht und in die subnival-nivale Stufe übergeht. Sie besteht fast ausschließlich aus Igelpolstern (*Acantholimon* spp. und *Onobrychis echidna*); im Schugnan- und Ruschan-Gebirge gesellen sich *Artemisia* spp. und sogar einzelne Steppengräser hinzu.

Indiesen weniger ariden nördlicheren Gebirgen überwiegen in der Wüstenstufe *Artemisia*-Arten mit *Cousinia rubiginosa*, zu denen sich im Jassulemski-Gebirge xerophytische *Stipa*-Arten gesellen, die in der Gebirgssteppenstufe darüber (3000–4000 m NN) zusammen mit *Festuca sulcata* vorherrschen; im unteren Teil der Gebirgssteppe am Nordhang findet man auch Fragmente der offenen Baumfluren mit *Juniperus serawschanica* und *J. semiglobosa*.

In der subnival-nivalen Stufe bildet die Vegetation nur auf kleinen Flächen in feuchten Mulden geschlossene Matten, sonst überwiegen offene Bestände auf Schuttböden (Deckung 7–15%).

Holzwüchse sind im ganzen Gebiet auf die Täler beschränkt. Es sind Auen mit *Salices*, *Populus*, *Betula*, *Hippophaë*, *Myricaria*, *Lonicera*, *Rosa* u. a. mit einem Unterwuchs aus Gräsern und Kräutern. *Juglans* geht nur bis 2300 m hinauf, kleine Auenwiesen aus *Kobresia*-Matten findet man noch bei 3000 m NN.

Auffallend ist in Pamir, daß die Holzpflanzen in engen Schluchten höher hinaufgehen als in breiten Tälern (AGACHANJANZ, 1970). Die Ursache dafür ist, wie mikroklimatische Messungen ergaben, die Ausbildung von Kaltluftseen in den letzteren, während die Schluchten mit einem stärkeren Gefälle leichter durchgeblasen werden. Außerdem reichert sich in den Schluchten mehr Schnee an, so daß die jungen Holzpflanzen besseren Schneeschutz erhalten; auch kommt es in diesem ariden Klima in den Schluchten zu keiner Bodenversalzung, die sich in den ebenen Tälern stark bemerkbar macht. Schließlich ist der Holzwuchs in den Schluchten weniger dem Viehverbiß und menschlichen Eingriffen ausgesetzt. Einzelne Bäume fand man in Schluchten noch bei 4000 m NN und einige Sträucher sogar noch bei 5000 m NN.

Im einzelnen ist in West-Tibet ein Anstieg der Höhenstufengrenzen von Westen nach Osten bemerkbar. Insgesamt bildet dieser westliche Teil von Pamir und der östliche Teil vom afghanischen Badachschan mit Ost-Pamir eine phytogeographische Einheit, die sich scharf vom zentralen Tadshikistan, aber auch vom westlichen Teil des afghanischen Badachschans unterscheidet und zu Zentralasien zu rechnen ist (AGACHANJANZ, 1964).

Teil VII

Die multizonalen Gebirge

Die Gebirge, die innerhalb bestimmter Vegetationszonen im Großraum VII liegen, haben wir bereits anschließend an die entsprechenden Zonen besprochen.

Hier wollen wir nur auf die Gebirgszüge eingehen, deren Verlauf sich über mehrere Vegetationszonen erstreckt, oder die zwischen zwei Vegetationszonen liegen und meistens eine scharfe Klimascheide bilden. Wir sprechen deshalb von multizonalen (interzonalen) Gebirgen. Zu ihnen gehören im Großraum VII im wesentlichen:

1. der Ural, 2. der Altai, 3. das Krimgebirge und 4. der Kaukasus. Die beiden letzten stellen mit dem benachbarten Tiefland eine geographisch gut abgegrenzte Einheit dar und sollen zusammen mit diesem behandelt werden, also die gesamte Krim-Halbinsel und ganz Kaukasien.

1. Der Ural

a) Allgemeines

Der Ural ist ein altes, stark denudiertes Faltengebirge mit vorwiegend ausgeglichenen Reliefformen. Er erstreckt sich von 68° N bis 51° N in meridionaler Richtung über 2000 km vom polaren Tundragebiet bis in die Halbwüsten der Aralo-Kaspischen Niederung (Abb. 276). Entsprechend groß sind die klimatischen Unterschiede zwischen dem Nordende und dem Süden (Abb. 277).

Dieser Gebirgszug scheidet Europa von Asien, aber die Grenze ist nicht scharf ausgebildet. Zwar erhebt sich der nördliche Ural über 1600 m NN (bis 1894 m) und auch im südlichsten Teil erreicht die höchste Spitze 1638 m NN, aber zwischen dem 59° und 55 1/2° N liegen die Höhen um 500–600 m herum (Abb. 279). Ein Hochgebirgsrelief weisen nur die höchsten Gipfel auf, die während des Pleistozäns stark vergletschert

waren (Abb. 278). Der zonale Verlauf der Vegetation von Osteuropa und Westsibirien wird durch den Ural nur wenig gestört. Den Höhen entsprechend biegen die Zonen im Bereich des Gebirges nach Süden aus. Dabei fällt eine gewisse Asymmetrie der West- und Ostseite auf. Vorherrschend sind in diesem Gebiet Westwinde, die Feuchtigkeit vom Atlantischen Ozean bringen, so daß die Westhänge durch die Stauwirkung im Luv ein feuchteres und etwas milderes Klima besitzen als die bedeutend kontinentaleren Osthänge im Windschatten des Gebirges. Das wirkt sich auch bei der Höhenstufenfolge aus (Abb. 280). Wenn man diese auf dem Westhang mit derjenigen auf dem Osthang vergleicht, so ist z. B. im südlichen Teil des Urals auf der Ostseite eine ausgesprochene untere *Pinus sylvestris*-Stufe vorhanden, die einer Eichenmischwaldstufe auf der Westseite entspricht. Ebenso gehen ganz im Süden die Steppen auf der trockenen Ostseite viel höher ins Gebirge hinauf (GORTSCHAKOVSKI 1966, vgl. deutsche Besprechung von I. HENNING 1972).

b) Die Waldstufen

Ganz im Norden in der Tundrazone fehlt der Wald im Gebirge ganz. In der Zone der Waldtundra und etwas südlicher sind die unteren Hänge ebenfalls von einer Waldtundra bedeckt, in der die Baumgruppen aus *Larix sukaczewii* (nahe *Larix sibirica*), sowie aus *Picea obovata* und *Betula tortuosa* bestehen. Die baumfreien Flächen dazwischen sind vorwiegend *Betula nana*-Zwergstrauchgebüsch.

Etwas südlicher in der borealen Taiga-Zone haben wir schon zwei Waldstufen, die Nadelwaldstufe und darüber die Waldtundra-Stufe, wobei die Grenze zwischen beiden nach Süden ständig ansteigt.

Was die Gebirgsnadelwälder anbelangt, so entsprechen sie der zonalen Vegetation, nur sind sie im Gebirge infolge des Reliefs im allgemeinen

besser drainiert, so daß die trockeneren Assoziationsgruppen häufiger vertreten sind. Es überwiegen die *Picea obovata*-Wälder mit *Betula pubescens* vom Typus der lichenosa oder vaccini-osa, aber auch die polytrichosa und sphagnosa mit *Ledum palustre*, *Vaccinium myrtillus* und *Empetrum nigrum*, z. T. mit *Betula nana* fehlen nicht.

Auf der Ostseite sind die Winter kälter, der Permafrostboden macht sich stärker bemerkbar. Auf den vermoorten Wasserscheiden wird das Wachstum von *Sphagnum* dadurch erschwert und man findet mehr Hypnaceen-Moose mit *Pinus sibirica*, auf besser drainiertem Boden dagegen *Picea* (auch *Larix sibirica*) mit *Pinus sibirica*, selten *P. sylvestris* und im Unterwuchs *Betula nana*, *Ledum* und viele Flechten. Dagegen ist auf den Osthängen *Picea obovata* selten.

Ebenso wie die Nadelwaldzone in eine nördliche, eine mittlere und eine südliche Taiga untergliedert wird, kann man auch die Nadelwaldstufe in eine obere, mittlere und untere gliedern.

Die nördliche Taiga reicht am Gebirgsfuß im Osten des Urals viel weiter nach Süden als im Westen; auch ist im Osten die Kiefer (*Pinus sylvestris*) häufiger anzutreffen. Im Gebirge selbst spielen *Picea obovata*, *Abies sibirica* und *Pinus sibirica* die Hauptrolle.

In der mittleren und südlichen Taiga ist im Osten die Kiefer ebenfalls stark vertreten; auf der Westseite dagegen sind es stets die Fichten, die Tannen und die Arven. Im Bereich der südlichen Unterzone mischt sich auf der Westseite auf guten Böden zu der Fichte *Tilia cordata*, *Acer platanoides* und die beiden Ulmen (*Ulmus scabra* und *U. glabra*) mit einem Laubwaldunterwuchs (*Asarum*, *Sanicula*, *Actaea*, *Asperula*, *Stachys silvatica* u. a.). Auf der Ostseite sind es krautreiche Kiefernwälder, in denen sich nach einem Waldbrand *Calamagrostis arundinacea* und *C. epigeios* ausbreiten. Zum Teil haben sich die Kiefernwälder, in denen auch die Birke, weniger die Espe vertreten ist, nach einer starken Holznutzung an Stelle von früheren *Abies-Picea*-Wäldern ausgebreitet. Der Unterwuchs besteht vorwiegend aus borealen Elementen, doch treten einige Steppenelemente, wie *Filipendula hexapetala* hinzu. Diese Kiefern-Birkenwälder gehen an den Gebirgshängen im Osten hoch hinauf.

Die in Osteuropa ostwärts immer schmaler werdende Zone der Nadel-Laubmischwälder und der reinen Laubwälder erreicht gerade noch das Südende des Urals, aber nur auf der Westseite. Sie setzt sich auch im Gebirge als Eichen-

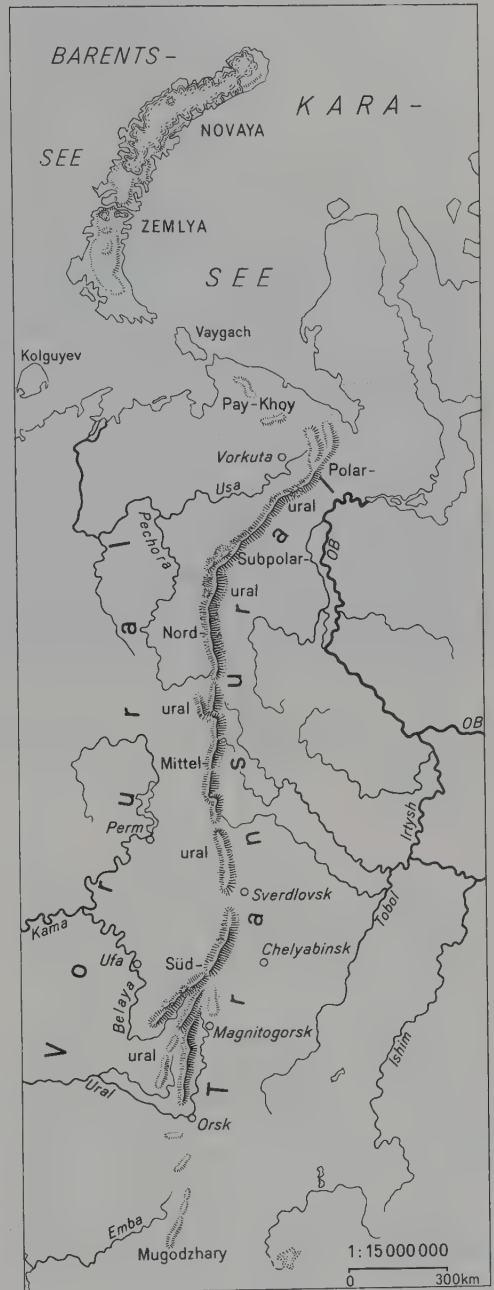


Abb. 276. Gliederung des Urals in 5 Abschnitte (nach GORTSCHAKOVSKI, aus HENNING und C. TROLL): Polar-, Subpolar-, Nord-, Mittel- und Südural (s. Bezeichnungen auf Karte).

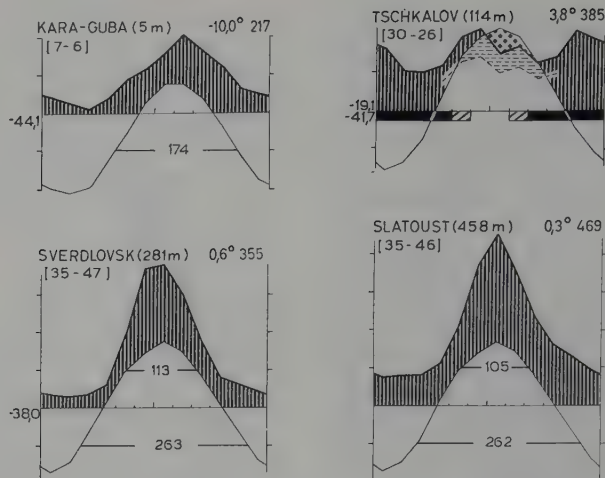


Abb. 277. Klimadiagramme von Stationen vor dem Nordende des Urals (Kara-Guba) und am Süden (Tschkalov = Orenburg) sowie von zwei Stationen im Mittleren Ural.

Linden-Ahorn-Stufe auf der Westseite fort, während man auf der kontinentalen Ostseite nur Kiefern-Birkenwälder der Vorsteppenzzone antrifft.¹

Die den Südfuß des Urals umsäumende Waldsteppe, die heute reines Ackerland geworden ist, setzt sich im Gebirge auf der Westseite als Laubwaldstufe fort. Auf der Ostseite sind die Böden des Vorlandes sehr stark verbrackt; denn es stehen hier salzhaltige tertiäre Meeressedimentgesteine an und die Trockenheit des Klimas verhindert die Auswaschung der bei der Verwitterung sich anreichernden Salze. An den Gebirgshängen auf der Ostseite reicht die Steppe bis etwa 500 m NN hinauf und wird noch höher vom Kiefernwald abgelöst.

c) Die Stufen über der Baumgrenze

Man bezeichnet die Stufe über der Baumgrenze in den Gebirgen ganz allgemein als alpine Stufe. Die russischen Geobotaniker sprechen dagegen bei den Gebirgen, die im Norden direkt an die Tundrazone stoßen, von einer baumlosen Gebirgstundra, die etwa den «Fjelds» in Skandinavien entspricht. Die alpine Stufe wollen sie auf die Gebirge mit einer geringeren

Breitenlage beschränken, in denen: 1) die langen Tage im Sommer und die langen Nächte im Winter fehlen, sowie 2) die baumlose Stufe sich sehr viel höher über dem Meere erhebt und deshalb einer stärkeren Strahlung ausgesetzt ist. Sie erhält auch höhere Niederschläge, so daß im Winter eine mächtige Schneedecke zustande kommt und ein Permafrostboden ganz fehlt. Das ermöglicht eine tiefere Durchwurzelung des meist humusreichen Bodens und die Ausbildung einer mattenförmigen, dichtgeschlossenen Vegetation.

Alle diese Eigenschaften fehlen der Gebirgstundra; die Böden sind tief gefroren und tauen im Sommer nur oberflächlich auf, sie sind humusarm, die Wurzelsysteme sehr flach, die Pflanzendecke ist meist offen, kahle Stein- und Schuttflächen überwiegen (auch infolge einer sehr intensiven Solifluktion) und die Vegetation selbst besteht vorwiegend aus Zwergsträuchern, deren Höhe durch die sehr dünne Schneedecke im Winter bestimmt wird. Die herausragenden Gipfel solcher Gebirge sind kahle Blockhalden oder Felsenmeere, «Golzy» (analog zu «Grinden»). Sie entsprechen der polaren Kältewüste, sind somit eine Gebirgswüste.

Die Unterscheidung zwischen Gebirgstundra und alpiner Stufe ist durchaus zweckmäßig. Sie stößt jedoch u. E. auf Schwierigkeiten, wenn ein Gebirge wie der Ural sich so weit nach Süden erstreckt, daß sein Süden schon fast auf demselben Breitengrade liegt, wie die Nord-Karpaten und nur wenig nördlicher als die Alpen.

¹ Die Arbeit von O.E. AGACHANJANTZ u. P.L. GORTSCHAKOVSKI «Die Breitlaubwälder und ihre Stellung in der Pflanzendecke des südlichen Urals» (144 Seiten, Moskau 1972, russisch) konnte noch nicht eingesehen werden.



Abb. 278. Ssablja-Gebirge im Nordural: Urwälder aus Nadelholz in den Tälern, vorne wiesenartige Vegetation an der Baumgrenze, im Hintergrund Golezstufe (Gebirgswüste) des Hauptkammes (Foto R. POHLE).

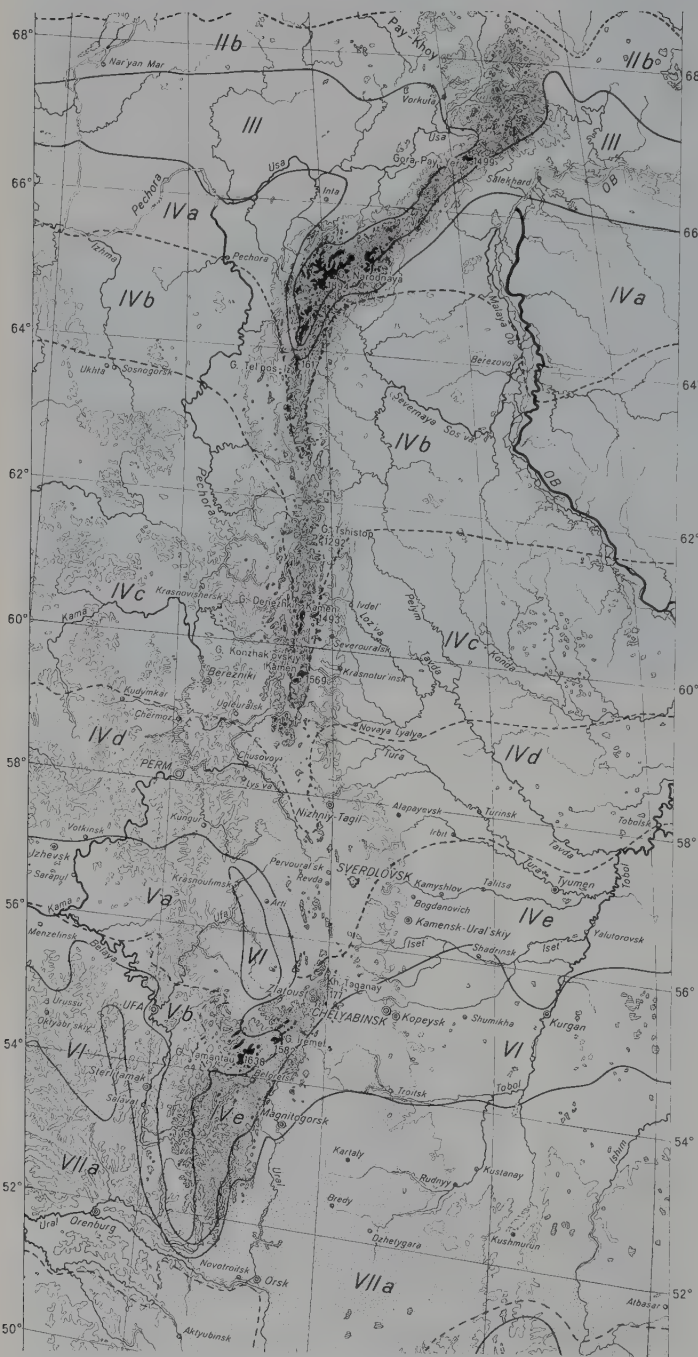
Noch schwieriger ist die Abgrenzung zwischen Gebirgstundra und alpiner Stufe in Nordamerika mit den meridional verlaufenden Gebirgssystemen.

Der Ural wird vom geographischen, aber auch geobotanischen Standpunkt aus in die bereits genannten 5 Abschnitte gegliedert (Abb. 276):

- I Polarer Ural vom Nordende bis zur oberen Hulga ($65^{\circ} 40' \text{ N}$),
- II Subpolarer Ural südlich davon bis zum Stschugora-Fluß (64° N),
- III Nördlicher Ural vom 64° N bis zum Pawdinschen Stein ($59^{\circ} 20' \text{ N}$),
- IV Mittlerer Ural südlicher bis zum Ufa-Fluß bei $55^{\circ} 55' \text{ N}$,
- V Südlicher Ural vom Ufa-Fluß bis zum Ural-Fluß unterhalb von Orsk.

Von diesen Abschnitten ist der Mittlere Ural so niedrig, daß er nur Waldstufen aufweist. Der Südliche Ural ist wieder höher und besitzt Gipfel, die sich über die Baumgrenze erheben. Zugleich liegt er so weit im Süden ohne jeden direkten Kontakt zu den Gebirgstundren des Nördlichen Urals, daß es u.E. kaum zweckmäßig erscheint, bei diesem Abschnitt von einer Gebirgstundra zu sprechen; vielmehr handelt es sich, auch der Vegetation nach, um eine durchaus typische alpine Stufe mit wiesenförmigen Alpenmatten, die in der subalpinen Stufe ebenfalls stark vertreten sind.

Schwieriger ist es, eine richtige Bezeichnung für die Übergangsstufe von der Gebirgstundra zur oberen Waldstufe zu finden. Sie wurde als Gebirgswaldtundra bezeichnet, aber GORTSCHAKOVSKI wendet dagegen ein, daß sie sich von der Waldtundra stark unterscheidet und bezeichnet sie als Podgolezstufe (pod, russ. = unter). Ge-



- Stufe der kalten Golezwüste — [Symbol]
- Tundrenstufe — [Symbol]
- Podgolezstufe
- Birkenkrummholz — [Symbol]
- Offener Lärchenwald — [Symbol]
- Birkenkrummholz mit Tannen- Fichtenwald — [Symbol]
- Parkartiger Tannen- Fichtenwald — [Symbol]
- Taigastufe
- Fichte — [Symbol]
- Lärche — [Symbol]
- Tanne — [Symbol]
- Zirbe — [Symbol]
- Kiefer — [Symbol]
- Breitlaubwaldstufe — [Symbol]
- Ahorn — [Symbol]
- Eiche — [Symbol]
- Linde — [Symbol]
- Eichenkrummholz — [Symbol]
- Stufe der Waldsteppe
- Westliche Waldsteppe (mit Breitlaub) — [Symbol]
- Östliche Waldsteppe (mit Birke und Espe) — [Symbol]
- Steppenstufe
- Grassteppe — [Symbol]

Abb. 279. Uralgebirge und Verlauf der Vegetationszonen (Kartenausschnitt aus HENNING und C. TROLL): IIb Zwergstrauchtundra, III Waldtundra, IV Taiga (a lichte Bestände, b nördliche, c mittlere, d südliche, e Kiefer-Birkenwälder), V Breitlaubwälder (a gemischte, b reine), VI Waldsteppe, VIIa echte Grassteppe. Englische Schreibweise der geographischen Namen (auch bei Abb. 276).

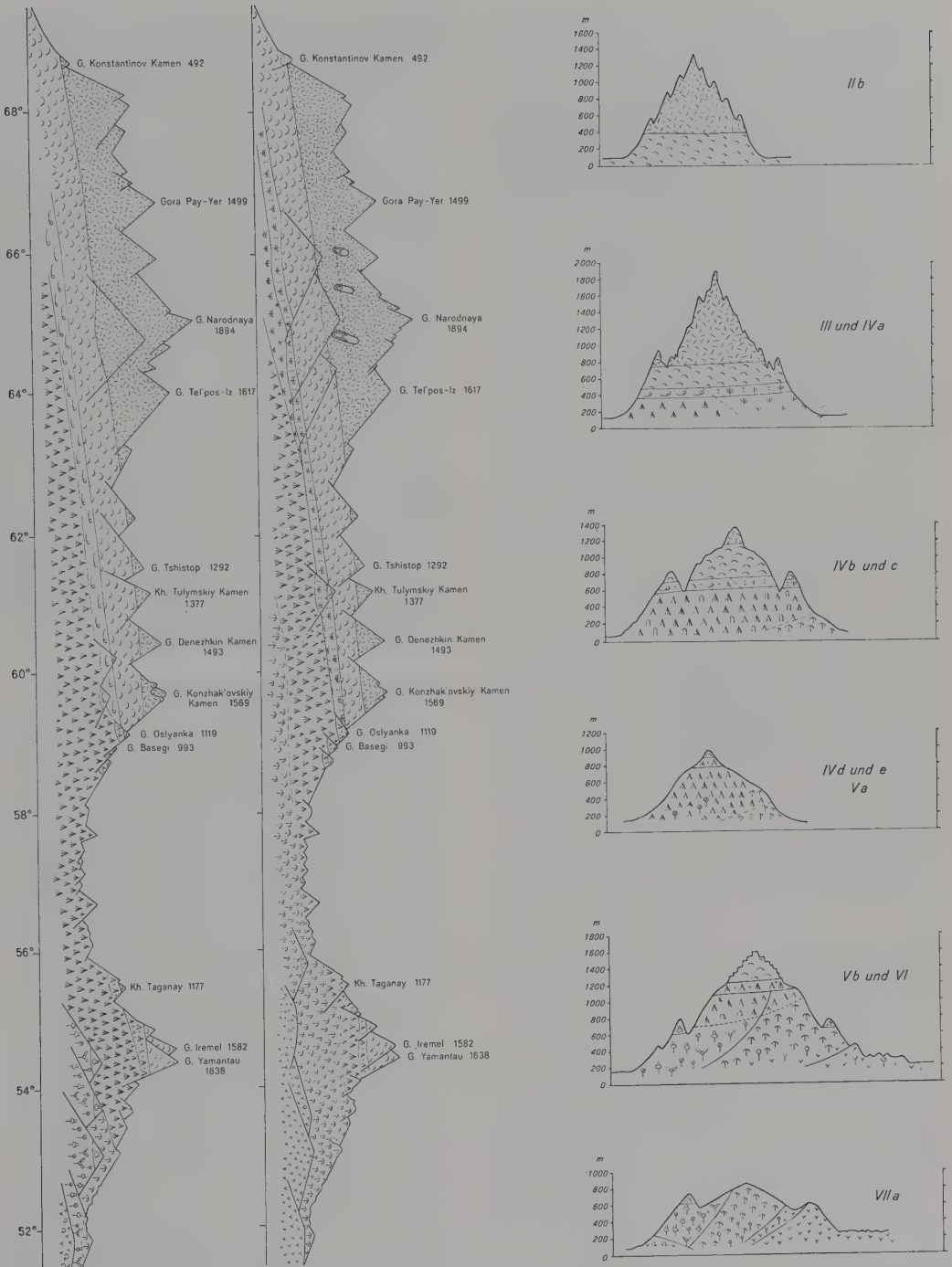


Abb. 280. Längsprofil der Höhenstufen des Urals von Norden (links) nach Süden (rechts): von der sibirischen Seite (Osthang) – oben; von der europäischen Seite (Westhang) – unten. Rechts: Vegetations-Querprofile von West nach Ost im Bereich der verschiedenen Vegetationszonen (vgl. Abb. 279). Aus HENNING und C. TROLL, nach GORTSCHAKOVSKI. Erläuterung auf S. 332 (rechts oben).

rade diese Stufe zeichnet sich durch eine besonders mächtige Schneedecke aus, die z.T. auf einen höheren Schneefall, z.T. jedoch auf die Ablagerung des von der Gebirgstundra abgewehten Schnees zurückzuführen ist. Die bessere Durchfeuchtung im Frühjahr nach dem Abtauen des Schnees begünstigt die Ausbildung von Wiesengesellschaften und drängt den Wald infolge der durch die mächtige Schneedecke verkürzten Aperaturzeit zurück. Dadurch kommt hier eine parkartige Landschaft zustande mit anderen Baumarten als in der Waldtundra. Ganz im Norden ist es allerdings noch *Betula tortuosa* mit Lärchen und Fichten, aber südlicher spielen *Pinus sibirica* und *Abies sibirica*, die der Waldtundra fremd sind, eine größere Rolle; noch südlicher ist es die Fichte mit der Tanne, während man im südlichsten Ural sogar krüppelige Eichen antrifft, die so hoch hinaufgehen. Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal ist das Fehlen von Mooren, die für die Waldtundra typisch sind, während im Gebirge hauptsächlich Wiesen die baumfreien Flächen bedecken, umso mehr, je weiter südlich der Gebirgsabschnitt liegt.

Der parkartige Charakter der Landschaft mit Waldparzellen und Baumgruppen in Wiesenflächen zerstreut, kommt durch das schon geschwächte Wachstum der Bäume in dieser Höhenstufe zustande (GORTSCHAKOVSKI 1958). Die Baumsämlinge können nur in nächster Nähe um die alten Bäume Fuß fassen, wo die Grasnarbe infolge der Beschattung aufgelockert ist. In den etwas tieferen Teilen des Mikroreliefs, wo sich mehr Feinerde anreichert und die Bodendurchfeuchtung besser ist, wird der obere humusreiche Horizont des Wiesenbodens so dicht durchwurzelt, daß die schwachen Würzelchen der Baumsämlinge den Wurzelfilz nicht zu durchdringen vermögen und im Wettbewerb mit den Gräsern unterliegen.

Es ist sogar möglich, daß die Wiesen den Wald zurückdrängen, wenn infolge von Beweidung und Verbiß (im Ural durch Rentiere) der Graswuchs begünstigt wird. Tatsächlich hat man in den Alpen im Schweizer Nationalpark die Feststellung gemacht, daß eine Wiederbewaldung der Almwiesen nach Aufhören der Almwirtschaft nicht eintrat, weil Hirsche im Park vorhanden sind.

Die parkartige Auflichtung des Waldes an der oberen Grenze beobachteten wir auch im schneereichen Gebiet des nie beweideten Nationalparks Mt. Rainier (Cascaden-Gebirge, USA).

Auch dort beschränken sich die Baumgruppen auf die etwas erhöhten, steinigten und trockeneren Standorte, die früher ausapern (WALTER, 1971/72).

Die kahle und schneearme Golez-Stufe im Ural weist nur einen Flechtenbewuchs auf und zwar Krustenflechten (*Rhizocarpon*, *Lecanora*, *Lecidea*, *Pertusaria*, *Haematomma* u.a.) oder Laubflechten (*Umbilicaria*, *Gyrophora*, *Parmelia*, *Nephroma* u.a.), seltener Strauchflechten (*Stereocaulon*, *Alectoria*, *Sphaerophorus*, *Cetraria* u.a.). Es kommen auch einige Moose vor (*Rhacomitrium*, *Grimmia* u.a.); höhere Pflanzen (vgl. S. 337) sind selten und nur dort zu finden, wo etwas Feinerde angereichert ist. Diese Gebirgswüste ist im Polaren und Subpolaren Ural relativ verbreitet (Abb. 278), im Südlichen dagegen nur auf wenige Stellen beschränkt als Relikt aus der Eiszeit ähnlich den «Felsenmeeren» in den Gebirgen Mitteleuropas. Man darf diese Golez-Stufe nicht mit gewöhnlichen Block- und Schutthalden am Fuße von Steilhängen verwechseln; sie sind vielmehr auf die obersten Höhen über der Gebirgstundrastufe beschränkt.

d) Die Grenzen der Höhenstufen

Den Verlauf der Höhenstufen am West- und Osthang zeigt Abb. 280. Im Einzelnen ist die Verbreitung der Höhenstufen folgende: Beim Polaren Ural nördlich vom Polarkreis reicht die Stufe der Gebirgstundra bis 400–500 m NN; es sind steinige Flechtentundra und Flechtentundra mit Zwergstrauch-Moostundra, erstere mehr im Ostteil, letztere mehr auf der Westseite. Darüber erhebt sich die Gebirgswüste (vgl. Abb. 280, II b). Der subpolare Ural weist die höchsten Erhebungen auf; es sind kleine Gletscher vorhanden und die Spuren der früheren Gletschertätigkeit sind sehr deutlich (Kare, Moränen usw.). Die untersten Hänge sind gerade noch bewaldet, im Westen mit Fichte und etwas Tanne, im Osten mit Lärche; darüber in etwa 400 m NN befindet sich die Stufe mit einzelnen Baumgruppen, im Westen aus *Betula tortuosa*, im Osten aus Lärche, seltener sind Tanne und Fichte; an der oberen Grenze zur Tundra kommt *Alnus* (*Alnastrum*) *fruticosa* vor. Diese Grenze liegt im Osten höher (bis 600 m NN), auch reicht der Wald in den großen Tälern höher ins Gebirge hinauf. Die Gebirgstundra erstreckt sich nach oben bis 800–900 m NN. Die vielen Schneeflecken mit im Sommer tauendem Schnee begünstigen die

Ausbildung der Schneeboden- und Schneetälchen-Vegetation. Darüber erhebt sich die Stufe der Gebirgswüste (Abb. 280, III und IVa).

Der Nördliche Ural ist nicht so hoch und hat ein ausgeglichenes Relief. Der größte Teil des Gebirges ist bewaldet und zwar mit der dunklen Fichtentaiga; *Abies sibirica* und *Pinus sibirica* sind weniger vertreten, häufiger sind *Betula pubescens*-Bestände auf Kahlschlägen oder Brandflächen. In dem östlichen Teil kommen auch Kiefern vor. Die obere Waldgrenze liegt im Norden des Abschnitts bei 600 m, im Süden bei 900 m NN; die Gebirgstundra reicht bis 1100–1200 m NN hinauf; die Gebirgswüste ist auf die höchsten Gipfel beschränkt (Abb. 280, IVb u. c).

Der Mittlere Ural ist niedrig und bis auf wenige Gipfel ganz mit dunkler Taiga bedeckt, nur auf der Ostseite sind im unteren Teil Kiefernwälder verbreitet. Die Waldgrenze bei 800–850 m NN ist keine klimatische, sondern infolge von felsigem Gelände erniedrigt. In der Parklandschaft an der Waldgrenze nehmen Hochstauden größere Flächen ein (Abb. 280, IV d u. e).

Der nördliche und insbesondere mittlere Teil des Südlichen Urals erhebt sich über 1000 m (bis 1638 m NN). Die Höhenstufen sind sehr abwechslungsreich: Im Westen findet man bis 600–700 m Linden-Eichenwälder, die höher durch Tannen-Fichten oder Fichten-Tannenwälder mit Laubhölzern abgelöst werden. Die obere Grenze der Waldstufe liegt bei 1000–1100 m NN. Auf der Ostseite sind die Vorberge eine Fastebene mit Waldsteppe, die höher in Kiefernwälder mit Lärchen übergeht. Die Taiga-Waldstufe ist schmal und keilt sich nach Osten aus (Abb. 280, Vb und VI). Die Lärche ist selten, die Arve fehlt ganz. Wälder wechseln mit weiten krautreichen Wiesenflächen ab. Die Waldgrenze liegt bei 1250 m sehr hoch. Am Westhang kommt auf den Gipfeln in der Laubwaldstufe über 650–750 m eine subalpine Stufe von Eichen-Krummholz mit hochstaudenreichen Wiesen vor. Die höchsten Berge erheben sich stufenförmig und haben oft flache Gipfel. Die alpine Stufe wird durch eine krautreiche (Moostundra-ähnliche) Vegetation gebildet, wobei man im unteren Teil genau wie in den Alpen eine Zwergstrauchstufe mit *Vaccinium myrtillus*, *V. uliginosum*, *V. vitis-idaea* und einem Moosteppich findet. Es handelt sich wohl ebenso wie

in den Alpen um die Reste einer Waldvegetation, die in der postglazialen Wärmezeit höher hinauf reichte. GORTSCHAKOVSKI weist außerdem auf neuere epirogenetische Hebungen des Gebirges hin, wodurch die Gipfel über die Waldgrenze hinausgehoben wurden. Der südlichste Teil des Südlichen Urals ist wieder bedeutend niedriger, nur einzelne Gipfel erreichen 650–1000 m NN. Die Westseite, die mehr Niederschläge erhält, ist mit Waldsteppe und darüber bis 600–700 m mit Laubwäldern bedeckt. Auf einzelnen Gipfeln sind hier wieder Gehölze aus krummwüchsigen Eichen abwechselnd mit mesophilen Wiesen verbreitet. Auf flachgründigen Kalksteinböden nimmt die Eiche oft die Form eines ausgebreiteten Strauches an. Auf der Ostseite geht die Steppe bis auf 600 m NN an den Hängen hinauf; darüber findet man eine Gebirgswaldsteppe, die jedoch in den Tälern infolge größerer Feuchtigkeit oft tief in die Steppe hinunter reicht. Der ganze mittlere Teil auf der Wasserscheide wird von Kiefernwäldern eingenommen (Abb. 280, VIIa).

Im großen Ganzen entsprechen somit die Höhenstufen den Vegetationszonen, aber eine vollständige Übereinstimmung besteht nicht. Infolgedessen ist es stets notwendig, die Gebirge mit ihren Höhenstufen gesondert zu behandeln, jeweils im Zusammenhang mit der entsprechenden zonalen Vegetation.

Als Beispiel für eine Höhenstufenfolge am Westhang des Uralgebirges bringen wir die von KORTSCHAGIN (1940) untersuchte innerhalb des Petschora-Ylytsch-Naturschutzgebietes auf etwa $62\frac{1}{2}^{\circ}$ N (vgl. S. 70, 72–76).

Unterschieden werden folgende Höhenstufen: 1. die Waldstufe, 2. die untere und obere subalpine Stufe und 3. eine untere, mittlere und obere alpine Stufe oder Gebirgstundra.

Die Waldstufe bis 300–350 m NN besteht aus einer Fichten-Tannenstufe mit Sibirischer Arve und Birke. Letztere stellt sich vorübergehend auf Brandflächen ein und wird von der Fichte verdrängt, die ihrerseits mit der Zeit auf guten Böden der Tanne weichen muß. Doch wird diese Sukzession dauernd durch neue Waldbrände gestört. Am verbreitetsten sind die «myrtillosum»-Typen, bei guter Befeuchtung die farnreichen («dryopteridosum»), auf nassen Flächen und in Bachtälern auch das Abietetum aconitosum mit Hochstauden (Abb. 281).

Die untere subalpine Stufe reicht bis 450–500 m NN. Sie besteht aus sehr lichten Wäldern mit ähnlicher Zusammensetzung, aber die lichtliebende Birke nimmt größere Flächen ein und im Unterwuchs ist *Deschampsia flexuosa* sehr häufig. Auch der Anteil der Tanne gegenüber der Fichte nimmt zu, was bei der geringen Samenerzeugung der Nadelbäume in dieser Höhe auf die bessere vegetative Vermehrung der Tanne zurückzuführen ist.

Die obere Grenze der oberen subalpinen Stufe fällt mit der Waldgrenze zusammen und liegt bei 550–650 m NN. Dieser obere Teil unterscheidet sich vom unteren durch das reichliche Auftreten von *Empetrum nigrum* im Unterwuchs, durch die vielen wipfeldürren Fichten, Tannen sowie Arven, durch reine Birkenwälder an

feuchteren Standorten nahe an der Waldgrenze und durch die Ausbildung von subalpinen Wiesen.

Die Höhe der Nadelbäume ist nur 3–6 m (selten 8–10 m), die Birke ist *Betula tortuosa*, deren krummwüchsige Stämme nicht über 2,5 m hoch werden; doch kommen stellenweise auch gradwüchsige, 4 m hohe Bäume dieser Birke vor. Die lichten Birkenwälder haben meistens einen Grasunterwuchs (*Betuletum calamagrostidosum*) oft mit Hochstauden. Auffallend ist in diesem Gebiet das Fehlen der Lärche, die im Polaren Ural so verbreitet ist.

Die ausgedehnten Wiesen sind an feuchten Standorten hochstaudenreich (*Aconitum excelsum*, *Archangelica officinalis*, *Angelica sylvestris*, *Pleurospermum uralense*, *Veratrum lobelianum*,



Abb. 281. Höhenstufenfolge am Westhang des Torre-Porre-Is im Nord-Ural (nach KORTSCHAGIN).

1 *Cembretum myrtillosum*, 2 *Piceetum myrtillosum*, 3 *Abietetum dryopteridosum*, 4 *Piceetum myrtilloso-equisetosum*, 5 farnreiches *Piceeto-Abietetum*, 6 dasselbe mit hohen Farnen, 7 *Abietetum dryopteridosum*, 8 *Betuletum aconito-calamagrostidosum*, 9 *Betuleto-Piceetum calamagrostido-filipendulosum*, 10 *Betuletum tortuosae*, 11 *Abies-Krummholz* mit *Vaccinium myrtillus*, 12 *Juniperetum nanae*, 13 Komplexe der Moos- und Flechten-Zwergstrauchtundra, 14 *Calamagrostis-Vaccinium vitis-idaea*-Tundra, 15 *Juncetum trifidi-hylocomiosum*, 16 *Athyrietum* am Bach, 17 Moos- und Flechtentundra-Komplexe mit *Empetrum* oder *Vaccinium uliginosum*.

Calamagrostis langsdorffi u.a.); sonst herrschen *Anthoxanthum odoratum*, *Deschampsia flexuosa*, *Alchemilla alpestris* u.a. vor. Diese kurzrasigen Wiesen findet man hauptsächlich am Rande von Weidengebüsch.

Die Waldgrenze ist nicht scharf ausgeprägt und hat in der Vergangenheit eine klimatische Erniedrigung erfahren; denn man findet 80–100 m über derselben noch Baumreste. Einzelne krüppelige Bäume gehen bis 700–800 m NN hinauf.

Die untere alpine Stufe reicht bis 680 m (seltener 720 m NN) und wird hauptsächlich durch Gebüsche aus *Salix lapponum*, *S. glauca* und *S. glandulifera* gebildet. Vereinzelt kommen Bestände von *Betula nana* vor und die trockenen Hänge werden von niederliegender *Juniperus nana* dicht bedeckt.

Die mittlere alpine Stufe ist als Gebirgstundra ausgebildet mit flechten- oder moosreichen Zwergstrauchgesellschaften aus *Vaccinium myrtillus*, *V. uliginosum*, *Empetrum nigrum* und *Arctous alpina* mit fleckenweise dazwischen verteilten Moosteppichen mit *Carex rigida*, *Calamagrostis langsdorffi*, *Juncus trifidus* oder *Carex canescens*. Bei starker Beweidung durch Rentiere kommt *Festuca ovina* mit Flechten zur Vorherrschaft.

Die obere Gebirgstundra kommt in diesem Gebiet nicht vor, weil die Berge zu niedrig sind.

e) Die Hochgebirgsvegetation des Urals

Die großen Unterschiede in der Höhe und in der Breitenlage beim Uralgebirge machen es unmöglich, etwas Allgemeines über die klimatischen Verhältnisse in der baumlosen Hochgebirgstufe auszusagen. Die Vegetationszeit ist über der Waldgrenze überall sehr kurz, der Temperaturgradient beträgt im polaren-subpolaren Abschnitt im Mittel 0,5° je 100 m Höhenunterschied, in den vier Sommermonaten 0,7° C. Temperaturinversionen sind in den klaren Wintermonaten sehr häufig und somit auch die Ausbildung von Kaltluftseen. Die zwei meteorologischen Stationen Rai-Is im Polaren Ural bei 890 m NN und Taganai im Südlichen Ural bei 1102 m geben eine mittlere Jahrestemperatur von -7,7° bzw. in Taganai -2,3° an. Die mittlere Januar-Temperatur in Taganai ist -14,7°, die des Mai +5°, des Juni 10,3°, des Juli 12,1°, des August 16,5° und des September 4,7°, die frostfreie Periode beträgt 74 Tage.

Die Niederschläge sind relativ hoch: Für Rai-Is werden 800 mm angegeben, für Taganai 736 mm, wobei im Juni 106 mm, im Juli 130 mm und im August 96 mm fallen. Der trockenste Monat ist in Taganai der Februar mit 23 mm; im Sommer überwiegen meist Nieselregen.

Die verschiedene Befeuchtung des West- und Ostanges der Wasserscheide ist sehr auffallend. Oft sind die Westhänge in Wolken gehüllt und es regnet, während am Osthang die Sonne scheint und der Himmel ganz klar ist. Nebeltage sind in Taganai 229, am Gebirgsfuß nur 29. Bei Nebel ist die Orientierung im Hochgebirge sehr schwierig, weil die Sicht oft nur 10–20 m beträgt. Schneestürme kommen selbst im Juni vor, und eine Schneedecke kann sich vorübergehend Anfang August bilden.

Im Sommer sind Gewitter häufig, sie treten sehr plötzlich auf. Ob durch Blitzschlag verursachte Waldbrände eine Rolle spielen, wird nicht erwähnt. Die mittlere Windgeschwindigkeit gibt die Station Rai-Is mit 8 m/sec an, aber im Winter können die Stürme 40–50 m/sec erreichen und Menschen umwerfen. Im allgemeinen ist das Klima sehr rauh.

GORTSCHAKOVSKI bringt (1966, S. 78–114) eine Liste der 461 über der Waldgrenze im Ural vorkommenden Arten mit genaueren Verbreitungsangaben, ebenso auch der im Ural endemischen Arten: *Lagotis uralensis*, *Gypsophila uralensis*, *Polemonium nudipedum*, *Linum boreale*, *Anemone biarmiensis*, *Epilobium uralense*, *Gagea samojedorum*, *Cerastium krylovii*, *Senecio igoschinae*, *Scorzonera glabra*, *Thymus pauciflorus*, *Bromus vogulicus* und *B. julii*. Außerdem werden eine Reihe von glazialen und periglazialen Relikten angeführt. Wir wollen jedoch nur auf die Vegetationsverhältnisse eingehen.

1. Die Vegetation der Felsen.

Die Oberfläche der Felsen wird von Mikroorganismen bevölkert, die zur Verwitterung der festen Gesteine beitragen. Mit bloßem Auge erkennbar sind die Flechten und Moose; von ersteren werden 51 Arten genannt, von letzteren etwa 20, wobei *Rhaconitrium lanuginosum* an erster Stelle steht; weitere Arten werden speziell für verschiedene Gesteine angegeben.

Von Gefäßpflanzen kommen folgende vor: *Cystopteris fragilis*, *Dryopteris fragrans*, *Polypodium vulgare*, *Woodsia alpina*, *Lycopodium selago*, *Cardamine bellidifolia*, *Sieversia glacialis*, *Ranunculus (Oxygraphis) glacialis*, *R. pygmaeus*, *Potentilla emarginata*, *Draba lactea*, *Arabis septentrio-*

nalis, *Oxyria digyna*, *Saxifraga nivalis*, *S. hirculus*, *S. caespitosa*, *S. rivularis*, *Veronica alpina*, *Gypsophila uralensis*, *Trisetum spicatum*, *Silene acaulis*, *Calamagrostis lapponica*, *Hierochloë alpina*, *Cochlearia arctica*, *Minuartia arctica*, *M. biflora*, *M. verna*, *Parrya* (*Cruc.*) *nudicaulis*, *Pedicularis oederi*, *Nardosmia gmelini*, *Crepis chrysanthia*, *Androsace bungeana*, *Cassiope* (*Harrimanella*) *hypnoides*, *Anemone biarmiensis*, *Luzula confusa*, *L. nivalis*, *Salix polaris*, *S. nummularia*, auf Schiefer auch *Woodsia ilvensis*, *Dianthus repens*, *Rhodiola rosea*, *Viola canina*, *Antennaria dioica*, *Poa glauca* und der 80 cm hohe Strauch *Cotoneaster uniflora*.

2. Gebirgstundra.

Es läßt sich für diese eine ökologische Reihe aufstellen, die vom groben, steinigen Substrat mit zunehmender Zerkleinerung der Gesteine und Anreicherung von Feinerde zu Gemeinschaften auf Tundraböden führt.

Auf Schuttböden siedeln sich *Dryas octopetala* und *Festuca supina* an, wobei die Deckung oft nur 20–30% beträgt. Wird der Schutt sehr fein, so wird er zu 60–80% von Strauchflechten bedeckt (*Cladonia*, *Cetraria*, *Alectoria*, *Stereocaulon*, *Nephroma*), wobei neben wenigen Moosen sich *Arctous alpina*, *Saussurea alpina*, *Festuca supina* in geringen Mengen beimischen.

Hat sich ein Boden gebildet, der allerdings noch der Solifluktion unterliegen kann, und sind die Wasserverhältnisse günstiger, so breiten sich die Moose (*Hypnaceae* und *Dicranum*) sowie Zwergsträucher aus (*Empetrum hermaphroditum*, *Dryas octopetala*, *Vaccinium uliginosum*, *Diapensia lapponica*, *Loiseleuria procumbens*).

Bei weiterer Zunahme der Bodenschicht werden die Moose durch deckende Zwergsträucher zurückgedrängt, wie *Betula nana*, *B. humilis*, *Salix reticulata*, *S. arbuscula*, *S. glauca*, *S. glandulifera*.

Südlich vom 61° N sind die klimatischen Verhältnisse günstiger; es bilden sich dann krautreiche Moostundren aus, die schon an alpine Matten erinnern mit Arten wie *Carex hyperborea*, *Festuca supina*, *Juncus trifidus*, *Hedysarum arcticum* und *Kobresia*-Arten. Je besser sich die Kräuter entwickeln, desto mehr werden die Moose zurückgedrängt, so daß im Südlichen Ural schon die Übergänge zu alpinen Matten festzustellen sind, wie man sie im Kaukasus oder in den Gebirgen Mittelasiens antrifft.

Insgesamt werden 16 Tundren-Gesellschaften unterschieden und die entsprechenden Artenlisten angeführt (vgl. zit. Arbeit, S. 156–168).

Die Gebirgstundren waren früher das Weidegebiet der wilden Rentiere. Vor 200 Jahren wurden sie noch im Südlichen Ural beobachtet, sind jedoch jetzt durch die Jagd ausgerottet worden. Heute dienen nur die Gebirgstundren in den nördlichen Teilen als Sommerweide für die domestizierten Rinde.

Einen ganz anderen Vegetationstypus stellen die Wiesengesellschaften oberhalb und etwas unterhalb der Waldgrenze dar.

Man muß 3 Typen der Wiesen unterscheiden: 1. Die Wiesen unterhalb der Baumgrenze in der Parklandschaft, die 30–50 cm hoch sind oder mit Hochstauden eine Höhe von 60–100 cm erreichen, 2. die Wiesen über der Baumgrenze, also im Bereich der Gebirgstundra, die sekundär als Folge der Beweidung mit Renherden und Schädigung der Zwergsträucher entstehen, sowie 3. die Schneetälchen an Stellen, die spät ausapern, so daß die Vegetationszeit für Zwergsträucher zu kurz ist; sie entwickeln sich im Sommer rasch, bleiben aber niedrig (10–25 cm).

Beim ersten Typus auf ebenen Flächen mit humusreichem Boden steht die Wiesenvegetation im Wettbewerb mit den Gehölzen, meist Lärchen und Birken. Die Gehölze wachsen auf flachgründigen, steinigen Böden, aber dort, wo der feinkörnige, tiefgründige Boden gut durchfeuchtet ist, bildet sich ein Rasen mit dichtem Wurzelsystem aus, auf dem die Baumkeimlinge nicht Fuß fassen können. Deshalb bleiben die Flußtäler und die ebenen Terrassen ohne Baumwuchs.

Die Verbreitung dieser Wiesen ist je nach Relief und Lokalklima sehr unregelmäßig. Hohe Niederschläge begünstigen die Wiesenvegetation; deswegen sind sie auf der Westseite häufiger. Sie treten fleckenweise überall auf, wo der Schnee länger liegen bleibt und den Sommer über den Boden mit Schmelzwasser durchfeuchtet. Besonders gut ausgebildet sind diese Wiesen in der subalpinen Stufe des Südlichen Urals.

Sehr verbreitet sind in den tieferen Reliefteilen auf gut durchfeuchteten, tiefgründigen (50–60 cm), lehmigen Böden die Hochstaudenfluren, von denen wir folgenden Bestand mit Mengenangaben als Beispiel bringen:

Sträucher: 1 *Salix caprea*, 1 *S. phylicifolia*, 1 *Rubus idaeus*, + *Lonicera xylosteum*, + *L. altaica*, + *Sorbus sibirica*, + *Ribes hispidulum*.

Krautschicht (1,5 bis 2,5 m hoch): 3 *Thalictrum minus*, 3 *Veratrum lobelianum*; 1–2: *Angelica sylvestris*, *Archangelica officinalis*, *Anthriscus*

silvestris, *Heracleum sibiricum*, *Crepis sibirica*, *Cacalia hastata*, *Cirsium heterophyllum*, *Aconitum excelsum*, *Valeriana officinalis*, *Delphinium elatum*, *Geranium silvaticum*, *G. pratense*, *Hypericum quadrangulum*, *Polygonum bistorta*; +: *Chamaenerium angustifolium*, *Ligularia sibirica*, *Lathyrus gmelini*; an Wasserrinnen *Filipendula ulmaria*. Im Südlichen Ural kommen hinzu: *Polygonum alpinum*, *Adenophora liliifolia*, *Campanula latifolia*, *Cicerbita uralensis* und *Bupleurum aureum*. Gräser sind mit 2–1 vertreten: *Calamagrostis langsdorffii*, *C. arundinacea*, *C. obtusata*, *Digraphis (Phalaris) arundinacea* und mit + *Poa sibirica*, *Milium effusum*, *Alopecurus glaucus*.

Moosschicht, nur 5–10% Deckung: *Pleurozium schreberi*, *Rhodobryum roseum*, *Polytrichum commune*.

Der Heuertrag ist 1,5–3,2 t/ha.

An Stellen mit dauernd fließendem Grundwasser entwickeln sich Hochstauden mit *Athyrium filix-femina* sowie anderen Farnen und Waldpflanzen. Auf nassen oder leicht moorigen Wiesen wachsen: 4 *Polygonum bistorta* mit 1 *Deschampsia caespitosa* oder 3–4 *Polygonum alpinum*.

Auf leicht geneigten Hängen überwiegen häufig mehrere *Calamagrostis*-Arten, zwischen denen kleine Fichten stehen. Diese sind bei 3–3,5 m Höhe oft 100–120 Jahre alt. Dazu kommen *Juniperus sibirica*, vereinzelte *Salix nigricans* und *Cotoneaster melanocarpa* sowie viele Kräuter hinzu.

Auf Hängen mit 15° Neigung und etwas dichterem Boden besteht die Grasschicht oft aus: 3–4 *Anthoxanthum odoratum* und 1–2 *Deschampsia caespitosa* mit vielen Kräutern wie *Trollius europaeus*, *Anemone biarmiensis* u.a. An Quellaustritten herrscht *Digraphis (Phalaris) arundinacea* vor, nahe an der Baumgrenze auch *Deschampsia caespitosa*, in feuchten Niederungen *Alopecurus glaucus*. In allen diesen Fällen ist die Krautflora sehr artenreich.

Viel artenärmer sind die sekundären von Rentieren beweideten Wiesen in den nördlichen Gebirgsteilen:

Dominant sind meistens *Carex hyperborea* und *Festuca supina*; an Sträuchern kommen vereinzelt *Juniperus sibirica* und *Betula nana* vor, an Kräutern viel *Carex brunnescentis* und *Veratrum lobelianum* oder *Juncus trifidus* und *Polygonum bistorta*, sowie vereinzelt *Vaccinium myrtillus*, *Hieracium alpinum*, *Luzula wahlenbergii*, *Tricho-*

phorum caespitosum, *Anthoxanthum alpinum*, *Ranunculus borealis*, *Lycopodium selago*, *Viola biflora* u.a.; Moose und Flechten decken 30–40%. Bei geringerer Bodentiefe am oberen Teil der Hänge herrscht *Festuca supina* alleine vor.

Bei den Schneetälchen handelt es sich um kleine Flächen mit kurzer Aperaturzeit, auf denen *Lagotis uralensis* (Scroph.), *Saxifraga punctata*, *S. cernua*, *S. nivalis*, *Sibbaldia procumbens*, *Gnaphalium supinum*, *Alchemilla*-Arten und *Polytrichum norvegicum* wachsen. Man kann mehrere Assoziationen unterscheiden, die eine mit 3–4 *Ranunculus borealis*, dazu *R. sulphureus*, *Alopecurus alpinus*, *Pachypleurum alpinum* u.a. (Deckung 50%); eine andere mit *Alchemilla murbeckiana* und dazu *Deschampsia arctica*, *Rhodiola rosea*, *Poa alpina*, *Pedicularis compacta* u.a. (Deckung 60%); oder eine dritte mit 2–3 *Anemone biarmiensis* und *Lagotis uralensis* (Scroph.), *Saxifraga punctata*, *S. pina*, *Tofieldia palustris*, *Carex glacialis*, *Silene acaulis*, *Gentiana tenella* mit Moosen (*Bryum obtusifolium*, *Drepanocladus aduncus*, *Lophozia hatcheri*, *Oncophorus wahlenbergii* u.a.), die 10–20% decken.

Die für Schneeböden in den Alpen so charakteristische *Salix herbacea* kommt im Ural nicht vor.

f) Über das Baumwachstum im Ural in den letzten 300 Jahren

Jahresringmessungen an Lärchen in der Nähe der oberen Baumgrenze im Nördlichen Ural zeigen, daß Perioden mit gutem Dickenwachstum durch solche mit geringerem abgelöst werden.

Aus den geglätteten Mittelkurven von je 10 Lärchenstämmen geht hervor, daß günstige Perioden die Jahre 1650–1680, 1780–1810, weniger 1850–1880 und insbesondere 1920–1960 waren. Das dürften wärmere Perioden gewesen sein.

Sehr auffallend ist auch, daß der Altersaufbau der entsprechenden Lärchenwälder sehr deutlich 3 Altersgruppen aufweist und zwar:

1. Überständige Bäume der Jahrgänge 1630–1690.
2. Mittelte Bäume der Jahrgänge 1780–1850.
3. Eine junge Generation aus den Jahren nach 1920.

Daraus folgt, daß die warmen Perioden mit starkem Holzzuwachs zugleich auch Jahre einer

reichlichen Verjüngung der Baumbestände waren.

Damit im Zusammenhang läßt sich in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts eine Tendenz der Waldgrenze feststellen, sich nach oben zu verschieben. Der parkartige Charakter der Landschaft gleich unterhalb der eigentlichen Waldgrenze, d.h. die Auflösung der Wälder in einzelne Baumgruppen, dürfte mit der besonders mächtigen Schneedecke gerade in dieser Stufe zusammenhängen (kurze Aperaturzeit). Dabei ist die Schneehöhe auf den baumfreien Flächen größer als innerhalb der Baumgruppen. Sie erreicht 2 m, zuweilen sogar 3–3,5 m.

Zugleich mit der größeren Mächtigkeit nimmt auch die Dichte der Schneedecke von 0,2 in der Waldstufe auf 0,4 an der Waldgrenze zu, wobei der Schnee firnartig wird. Der erste Schnee fällt auf gefrorenen Boden, so daß ein Abtauen des Schnees von unten während des Winters nicht möglich ist. Diese Schneedecke zwischen den Baumgruppen verschwindet im Frühjahr etwa 15–25 Tage später als im Walde; die sehr wesentliche Verkürzung der Aperaturzeit ist mit eine Ursache für das Fehlen einer Baumverjüngung auf diesen Flächen, und auch eine Erklärung für den parkartigen Charakter der Pflanzendecke. Wie wir bereits erwähnten, deckt sich das mit unseren Beobachtungen in den Gebirgen des westlichen Nordamerikas: Unter ähnlichen klimatischen Verhältnissen standen dort die Baumgruppen immer etwas erhöht auf Felskuppen, Blockhalden oder am oberen Rand von Senken, d.h. an Standorten, wo weniger Schnee liegen bleibt und die Aperaturzeit etwas länger dauert (WALTER 1971/72).

2. Der Altai

a) Allgemeines

Der Altai ist ein großes Gebirgssystem im Süden von Westsibirien zwischen 48 und 53° N sowie 82–90° E gelegen. Im Norden erhebt es sich steil über die westsibirische Niederung, wobei die Vorberge nur eine schmale Übergangszone bilden, im Westen grenzt es an das Gebiet der Kasachischen hügeligen Rumpflandschaft, die eine Steppen- und Halbwüstenvegetation aufweist; doch ist die Abgrenzung nicht so

scharf, weil einzelne Höhenrücken in dieses Gebiet ziemlich weit hineinragen und den Wüstensteppen einen Gebirgscharakter verleihen.

Nach SE und NE hin reihen sich andere Gebirge an. Direkt im Süden trennt das Becken mit dem See Saissan und dem Oberlauf des Irtysch den Altai von dem Gebirge Tarbagatai, das schon zum mittelasiatischen System gehört; das Gebiet südlich vom Fluß Buchtarma, als Südlicher Altai bezeichnet, ist so anders, daß es hier nicht mitbehandelt wird. Im Südosten bildet der Mongolische Altai, der mit dem Massiv Tabyn-Bogdo-Ola beginnt, die direkte Fortsetzung des sibirischen Altai, während im Osten sich das Tuwa-Gebirgsland anschließt, das ein tiefes Becken (Urjanchai) umgibt. Im Nordosten bildet das Bija-Tal und die Wasserscheide zwischen dem See Telezk und dem Jenissej die Grenze zum Westlichen Sajan und zur Schoria-Hochebene.

Die höchsten Erhebungen (Bjelucha 4506 m NN) liegen im Süden des sibirischen Altai. Die Bergücken laufen dort in der E-W-Richtung, während sie im Norden fächerförmig auseinandergehen (Abb. 282). Zwischen den einzelnen Rücken liegt eine Reihe von Beckenlandschaften. Die Entwässerung erfolgt zum Ob.

Der Altai ist ein altes Faltengebirge, das abgetragen wurde, aber im Spättertiär eine Blockhebung mit vielen Verwerfungen erfuhr, wodurch flache Bergmassive entstanden. Eine weitere Modellierung erfolgte durch die Vereisung im Pleistozän und die Erosionstätigkeit der Flüsse. Zur Zeit gibt es 770 Gletscher mit einer vereisten Fläche von 600 km². Die Schneegrenze verläuft in etwa 2300–3200 m NN, im W und NE niedriger, nach SE hin immer höher. Während der Eiszeit lag die Schneegrenze um 1000–1200 m tiefer als heute; Kare mit Seen und Moränen sind verbreitet. Der größte See Telezk ist 77,7 km lang und hat eine Fläche von 231 km², die Tiefe ist über 200 m.

Man kann folgende Landschaftsformen im Altai unterscheiden: 1. das durch die Vereisung geprägte Hochgebirge, 2. die Landschaft der alten Fastebene, 3. die erodierte Mittelgebirgslandschaft, 4. die erodierte Landschaft der unteren Lagen und 5. die Beckenlandschaften mit Akkumulationsformen und einer Steppenvegetation.

Das Klima wird durch die Lage des Altai fast genau im Zentrum Asiens bestimmt. Vom Westen erreichen die feuchten Luftmassen vom



Abb. 282. Orographische Karte des Altai-Gebirges (nach KUMINOVA, verändert). Die Beckenlandschaften sind zugleich die Steppengebiete.

Tab. 19: Klimawerte vom Altai (nach KUMINOVA)

Stationen	Temperaturen °C					Vegetations- dauer in Tagen	Niederschläge in mm				
	Mittlere		Absolute				Jahr	Frühjahr	Sommer	Herbst	Winter
	Januar	Juli	Jahr	Max.	Min.						
Nördl. Altai: Turotschak	-19.6	17.9	0.1	35.7	-47.8	159	823 (1071-510)	183	301	230	109
Westl. Altai: Smeinogorsk	-15.1	19.1	2.0	37.0	-39.0	169	516	105	186	169	56
Zentr. Altai: Ongudai	-21.4	16.2	-0.8	34.5	-46.0	166	357 (528-210)	71	190	71	25
Südöstl. Altai: Kosch-Agatsch	-31.5	14.2	-6.6	29.7	-55.1	130	101 (150-67)	14	62	15	10

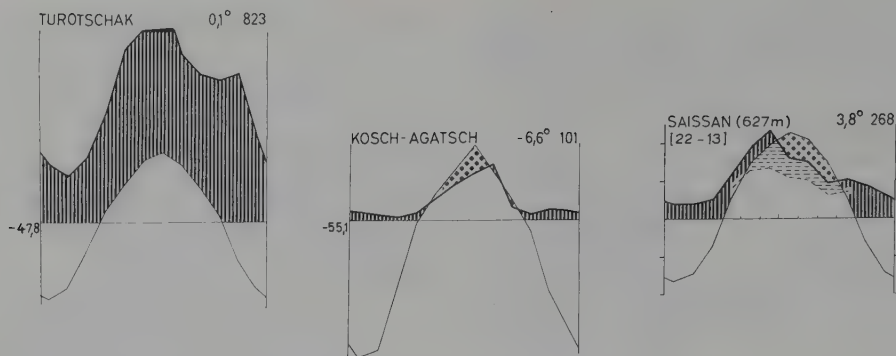


Abb. 283. Klimadiagramme aus dem Altai-Gebiet: Turotschak im humiden NE, Kosch-Agatsch im ariden SE, Saissan im Becken südlicher (Halbwüsten-Klima).

Atlantischen Ozean noch das Gebirge; die hochliegenden Sommerwolken dringen bis zu dem zentralen Altai vor, im Gegensatz zu den niedrigliegenden Wolken im Winter, so daß der Altai schneearm ist. Der westliche Teil hat ein mehr ozeanisches Klima, der südöstliche ein stark kontinentales. Die meteorologischen Stationen liegen alle in den Becken oder in den Flußtälern, erfassen somit das Hochgebirgsklima nicht.

Allgemein läßt sich das Klima folgendermaßen charakterisieren:

Eine lange und raue Winterszeit während 5–9 Monaten, ein kurzer und je nach Lage heißer Sommer mit einer Vegetationszeit (über

5° C) von 130–190 Tagen, starke Jahres- und Tages-Temperaturschwankungen mit einer Inversion im Winter und in klaren Sommernächten, Spät- und Frühfröste und ein scharfer Übergang vom Winter zum Sommer und umgekehrt. Genauere Angaben findet man in vorhergehender Tabelle 19.

Durch die Temperaturinversion sind die Becken im Winter bis zu 20° kälter als die angrenzenden Hänge, was sich sowohl auf das Gefrieren des Bodens, als auch auf die Bodentypen und die Pflanzendecke auswirkt; oft sind die Hänge bewaldet, der Talboden dagegen von Gebirgswiesen bedeckt. Im Winter werden des-

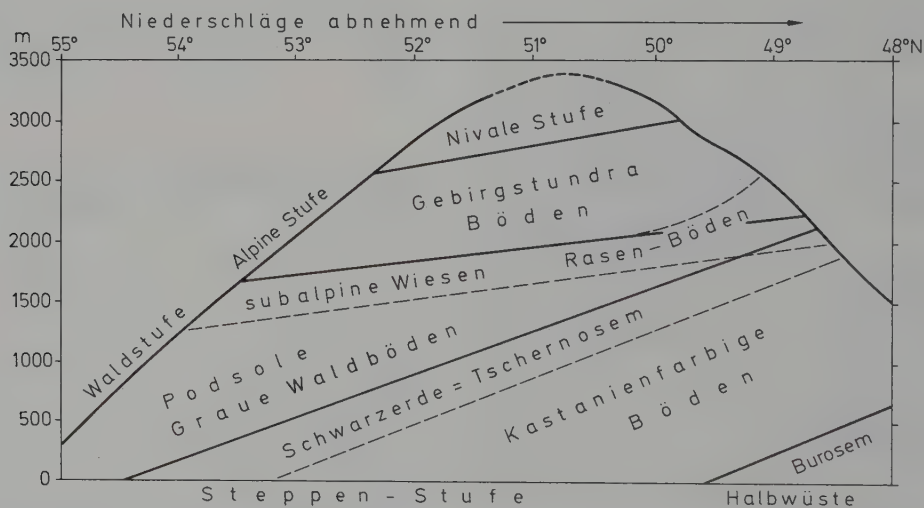


Abb. 284. Schema der Bodentypen-Höhenstufen im Altai in Abhängigkeit von der Höhenlage und den Niederschlägen mit Angabe der Vegetationsstufen (aus KUMINOVA, nach B. PETROV).

halb die unteren Hanglagen beweidet und nicht die Talwiesen. Die Niederschläge überschreiten auf den westlichen und nordöstlichen Gebirgsrücken 1500 mm, während sie im Südosten nur 100 mm betragen. Tabelle 19 gibt die Höhe und die Verteilung der Niederschläge in den einzelnen Teilen wieder. Die Schneehöhe beträgt im Westen 2–3 m, während in anderen Teilen eine Schneedecke fehlen kann. Die großen klimatischen Unterschiede gehen aus den Klimadiagrammen von Turotschak und Kosch-Agatsch hervor (Abb. 283). Das Saissan-Becken liegt südlicher.

Die Expositionsunterschiede machen sich stark bemerkbar. Südhänge sind im Sommer um 8–10° (Lufttemperatur) wärmer als Nordhänge; am Boden erreichen die Unterschiede sogar 20–25° C.

Eine Übersicht über die Bodentypen in verschiedener Höhenlage gibt Abb. 284.

b) Die Vegetationsverhältnisse

Eine genaue Vegetationskarte (1 : 1 Million) ist der Arbeit von KUMINOVA beigelegt.

Die Höhenstufenfolge hängt stark von dem jeweiligen Klima ab und zeigt deshalb in den einzelnen Teilen des Gebirgssystems große Unterschiede. Im nordöstlichen Altai um den See Telezk herum mit hohen Niederschlägen fehlen Steppen; sie treten höchstens fleckenweise an Südhängen auf. Die unterste Stufe 300–400 m NN wird durch Birkenwälder im Komplex mit Trockenwiesen gebildet, die einige Steppenarten enthalten; darauf folgt die Laubwaldstufe bis 700 m NN, dann die Nadelwaldstufe mit *Abies sibirica* und Hochstauden an lichten Stellen. Im oberen Teil dieser Taiga-Stufe (1200–1700 m NN) tritt *Pinus sibirica* auf. Über der Baumgrenze ist vor allem die Gebirgstundra entwickelt mit Fragmenten von alpinen Matten.

Ganz anders ist die Höhenstufenfolge im Südosten: Der Gebirgsfuß liegt bereits in einer Höhe von 1700–1900 m NN, trotzdem findet man nur eine trockene Steppenvegetation. Eine Waldstufe fehlt ganz; allerdings ist der Wald hier zum Teil durch den Menschen vernichtet worden. Die letzten *Larix*-Bäume erreichen 2000–2200 m NN. Darüber findet man *Kobresia*-Matten ähnlich wie im Tjanschan und eine tundraartige Vegetation.

Am typischsten ist die Höhenstufenfolge im Zentral-Altai ausgebildet: In den breiten Tälern

sind Steppen im Komplex mit Lärchenhainen; wir haben es somit mit einer Parklandschaft zu tun. An den Nordhängen wachsen Lärchenwälder, in denen mit zunehmender Höhe *Pinus sibirica* auftritt; ab 1300–1700 m NN wird letztere dominant. An der Waldgrenze bilden sich Komplexe aus reinen Arvenbeständen inmitten alpiner Wiesen. Alle Gipfel über 1800–2000 m weisen in der alpinen Stufe alpine Matten und Gebirgstundra auf. An Südhängen gehen die Steppen höher hinauf.

Im südwestlichen Teil erhebt sich das Gebirge über die zonalen Steppen des Vorlandes in 300 m NN bis zu einer Höhe von über 2000 m. Den Übergang bilden im unteren Teil Gebüsche, die sonst niemals als Höhenstufe ausgebildet sind; dann folgen stellenweise Birken-Kiefern-Wälder, zuerst jedoch Espen-*Abies*-Wälder, die höher in *Abies-Pinus sibirica*-Wälder übergehen. *Pinus sibirica* bildet in 2000 m die Baumgrenze. In der alpinen Stufe sind vor allem alpine Matten ausgebildet; die Gebirgstundra dagegen tritt hier nur fleckenweise auf Felsgipfeln auf. Schematisch ist die Höhenstufenfolge auf Abb. 285 dargestellt.

Die obere Waldgrenze bildet keine scharfe Linie, sondern eine mosaikartige Übergangszone, wobei die Gehölze aus *Larix sibirica* und *Pinus sibirica* bestehen. Einige Lärchengruppen gehen bis 2580 m NN, während die Arve 100–200 m tiefer zurückbleibt oder krüppelförmig ausgebildet dieselbe Höhe erreicht.

Die Waldgrenze liegt im Norden und Nordwesten bei 1700–1800 m, im Osten bei 2465 m. Ihre Lage wird durch Wind und Kaltluftseen in den Tälern beeinflusst. Auch die flachen Hochebenen weisen eine Depression auf.

An der oberen Waldgrenze herrscht meist *Pinus sibirica* vor, im weniger kontinentalen Westen zusammen mit *Abies sibirica*. *Larix sibirica* ist häufig beigemischt, im extrem kontinentalen Osten bleibt sie alleine übrig und ersetzt *Pinus sibirica*.

An der unteren Waldgrenze gegen die Steppen findet man im Norden in 500–700 m Höhe auf sandigen Flußterrassen die Kiefer (*Pinus sylvestris*), im zentralen Teil wachsen längs den Flüssen *Picea obovata*-Wälder oder *Salix-Populus*-Bestände als Flußauen, während die untere Waldgrenze als Lärchen-Parklandschaft ausgebildet ist, die als Folge der Eingriffe des Menschen immer mehr verschwindet. Die Ansicht, daß es sich um eine Reliktvegetation handelt,

für die das heutige Klima nicht günstig ist, dürfte kaum stimmen.

c) Die Steppen

Diese findet man im Vorgebirge an Südhängen, in den Tälern und als einzelne Inseln in den Beckenlandschaften (Abb. 282). Letztere sind heute fast ganz in Ackerland umgewandelt worden.

Im Einzelnen unterscheidet man:

1. Ganz im Südosten die Übergangssteppen zur Halbwüste mit der zentralasiatischen *Stipa glareosa*. Solche Steppen nehmen nur eine kleine Fläche ein. Es sind *Stipa glareosa* – *Carex duriuscula* – *Agropyrum cristatum* – Steppen mit 15–20% Deckung und die Halbstrauchgesellschaften mit vorherrschenden *Kochia prostrata*, *Eurotia ceratoides* sowie verschiedenen z.T. zentralasiatischen *Artemisia*-Arten. Auch Sträucher wie *Caragana splendens*, *Lonicera microphylla*, *Cotoneaster melanocarpa* und *Caragana arborescens* stellen sich ein. Die konstanten Arten sind:

Stipa glareosa, *S. orientalis*, *Koeleria gracilis*, *Agropyrum cristatum*, *Carex duriuscula*, *Allium tenuissimum*, *Eurotia ceratoides*, *Kochia prostrata*, *Ptilotrichum canescens* (Cruc.), *Orostachys spinosa* (Crassul.), *Potentilla*

bifurcata, *Caragana pygmaea*, *Astragalus dilutus*, *Oxytropis pumila*, *Goniolimon speciosum*, *Artemisia frigida*, *Parmelia vagans*. Dazwischen kommen in Senken verbrackte Böden vor mit dem besonders auffallenden großen Gras *Lasiagrostis splendens* und einigen Halophyten wie *Atropis tenuiflora*, *Suaeda corniculata*, *Halogeton glomeratus*, *Reaumuria soongorica*, *Saussurea salsa* u.a. Auf steinigten Böden tritt *Juniperus sabina* auf oder aber die Kugeldornsträucher *Oxytropis tragacanthoides* und *O. aciphylla*.

2. Die echten Steppen sind die wichtigste Gruppe. Sie stehen den sibirischen Steppen näher und bestehen entweder aus niedrigen Grasarten (*Koeleria gracilis*, *Festuca pseudovina*, *Agropyrum cristatum*, *Aneurolepidium dasystachys*, *Cleistogenes squarrosa*, *Carex duriuscula*, *C. supina*) mit *Potentilla multifida*, *P. acaulis*, *Aster alpinus*, *Bupleurum multinerve* u.a. oder aus höheren, nicht federigen *Stipa*-Arten mit einer Deckung von 80% und vielen Steppen-Kräutern.

3. Wiesensteppen, die für die feuchteren Gebirgsteile oder feuchtere Standorte im zentralen Teil bezeichnend sind. Floristisch entsprechen sie mit *Phleum phleoides*, *Poa angustifolia*, *Helictotrichon desertorum* und *H. pubescens*, *Stipa ioannis*, *S. sibirica*, *Carex pediformis*, sowie *Filipendula hexapetala*, *Anemone sylvestris*, *Pulsatilla*, *Adonis*, *Aconitum*, *Delphinium*, *Libanotis* u.a. den typischen zonalen Wiesensteppen. Die Deckung erreicht 100%.

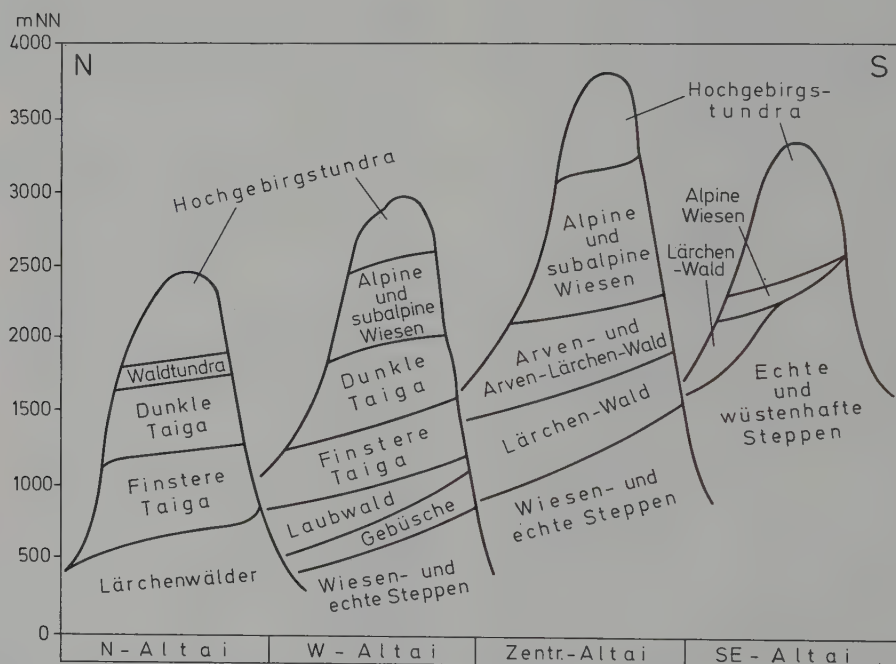


Abb. 285. Höhenstufen der Vegetation in den einzelnen Teilgebieten des Altai-Gebirges (nach KUMINOVA)

d) Die Wälder

1) Lärchenwälder

Die größte Waldfläche entfällt auf die *Larix sibirica*-Wälder (vgl. Abb. 298 bei WALTER 1968). Sie kommen von der Waldsteppe in tiefen Lagen bis zur oberen Baumgrenze vor.

In der Waldsteppe bilden sie eine Parklandschaft zusammen mit einer Wiesenvegetation.

Letztere besteht aus folgenden Arten: *Calamagrostis obtusata*, *C. arundinacea*, *Dactylis glomerata*, *Alopecurus pratensis*, *Trisetum sibiricum* u. a. mit vielen Kräutern wie *Polemonium coeruleum*, *Galium verum*, *G. boreale*, *Phlomis tuberosa*, *Tragopogon orientalis*, *Aquilegia sibirica*, *Vicia cracca* u. a. Die Phänologie dieser Wälder (Vegetationszeit Juni–September) ist bei KUMINOVA dargestellt.

Im Gebirge findet man Lärchenwälder mit einem Strauchunterwuchs, auf steinigem Steilhängen mit *Rhododendron dahuricum*, auf besseren Böden mit *Spiraea*-, *Rosa*-Arten, *Caragana arborescens* sowie *Cotoneaster melanocarpa*, stellenweise mit *Dasiphora* (*Potentilla*) *fruticosa*.

Im extrem kontinentalen östlichen Altai dagegen erinnern die Lärchenwälder an die der borealen Zone mit den Zwergsträuchern *Vaccinium vitis-idaea* und einer Moosdecke sowie vielen Flechten, *Cladonia*- und *Cetraria*-Arten. In etwa 1800–2000 m NN kommt hier auch die Zwergbirke *Betula rotundifolia* vor.

2) Kiefernwälder

Eine geringere Rolle und nur im Norden des Gebirges spielen die Kiefernwälder (*Pinus sylvestris*). Sie sind vor allem an sandige Ablagerungen in den Flußtälern gebunden und bleiben unter einer Höhe von 700–800 m NN. Der Unterwuchs besteht oft aus *Pteridium aquilinum* oder *Rhododendron dahuricum*, aber auch aus Gräsern (*Calamagrostis*-Arten u. a.), dagegen fehlen ganz die moos- und flechtenreichen Typen. Besonders häufig ist der Kiefer die Birke (*Betula pendula*) beigemischt, im Bereich der Lärchenwälder auch die Lärche.

3) Arvenwälder

Während die Lärchen- und Kiefernwälder licht sind, gehören die Arvenwälder zu den dunklen Nadelwäldern und zwar der subalpinen Stufe. *Pinus sibirica* verlangt eine gewisse Feuchtigkeit des Bodens und der Luft. Bei größerer

Feuchtigkeit wird diese Art durch *Abies sibirica* verdrängt, bei zu geringer durch *Larix sibirica*. Die Verbreitung wird stark durch Waldbrände eingeschränkt. Es lassen sich folgende Waldtypen unterscheiden (S. 74, 82):

1. Moosreiche Arvenwälder mit *Vaccinium*-Arten,
2. Arvenwälder mit Grasunterwuchs der mittleren Lagen,
3. Arvenwälder mit der Zwergbirke *Betula rotundifolia*,
4. Subalpine Arvenwälder der oberen Lagen.

Diese Typen wurden bereits bei der Behandlung der Taiga besprochen.

An steilen steinigem Hängen findet man Arvenwälder mit *Bergenia crassifolia* als Unterwuchs.

Besonders erwähnenswert ist außerdem das Vorkommen von Arvenwäldern mit nemoralen Elementen auf braunen Waldböden ohne Podsolierungserscheinungen am Süden des Telez-Sees, in denen neben der Arve auch die Tanne sowie alte Espen, Birken und Traubenkirschen vorkommen, in der Strauchschicht auch *Alnus* (*Alnaster*) *fruticosa* und *Lonicera altaica*. Die Besonderheit besteht hier jedoch darin, daß man in der Krautschicht viele Reliktarten findet, sehr häufig *Asarum europaeum*, etwas weniger *Asperula odorata* und *Sanicula europaea*, während in der oberen Krautschicht entweder Farne oder hohe Gräser vertreten sind. Diese merkwürdige Kombination der Baumschicht mit einer solchen Krautschicht spricht zugunsten eines eiszeitlichen Telez-Refugiums im tiefen Grabenbruchtal.

Die genaue Artenliste dieses Bestandes ist folgende:

Baum- und Strauchschicht:

- 2 *Pinus sibirica*, 1 *Abies sibirica*, + *Populus tremula*, + *Betula pendula*, 1 *Alnus fruticosa*, + *Sorbus sibirica*, + *Padus racemosa*, + *Viburnum opulus*, + *Daphne mezereum*.

Krautschicht:

- 1 *Dryopteris filix-mas*, + *D. linnaeana*, + *D. spinulosa*, + *Polystichum braunii*, 1 *Athyrium filix-femina*, + *Pteridium aquilinum*, + *Equisetum sylvaticum*, 1 *Milium effusum*, + *Phleum pratense*, 1 *Calamagrostis arundinacea*, 1 *C. langsdorffii*, + *Dactylis glomerata*, + *Poa remota*, 1 *Festuca gigantea*, 3 *F. silvatica*, + *Carex sylvatica*, + *Veratrum lobelianum*, 1 *Erythronium sibiricum*, 1 *Majanthemum bifolium*, + *Microstylis monophyllos*, 1 *Asarum europaeum*, 1 *Stellaria bungeana*, + *Paeonia anomala*, + *Trollius*

asiaticus, + *Actaea erythrocarpa*, + *Cimicifuga foetida*, + *Delphinium elatum*, + *Aconitum excelsum*, + *Anemone altaica*, + *A. coerulea*, + *Atragene sibirica*, + *Thalictrum minus*, + *Cardamine impatiens*, + *Vicia sylvatica*, + *Lathyrus gmelini*, + *Geranium sylvaticum*, + *Oxalis acetosella*, + *Viola mirabilis*, + *Circaea alpina*, + *C. lutetiana*, + *Epilobium montanum*, + *Bupleurum aureum*, + *Osmorhiza amurensis*, + *Anthriscus aemula*, + *Sanicula europaea*, + *Angelica sylvestris*, + *Pleurospermum uralense*, + *Aegopodium podagraria*, + *Polemonium coeruleum*, + *Brunnera sibirica*, + *Myosotis krylovii*, + *Prunella vulgaris*, + *Stachys sylvatica*, + *Galium krylovii*, + *Asperula odorata*, + *Linnaea borealis*, + *Cacalia hastata*, + *C. sibirica*, + *Solidago virga-aurea*.

Mooschicht:

+ *Hylocomium proliferum*, + *Ptilium crista-castrensis*¹.

4) Dunkle Nadelwälder

Während die vorher besprochenen Nadelwälder durch eine bestimmte Nadelholzart gekennzeichnete Bestände sind, werden die eigentlichen dunklen Nadelwälder (Taiga) meist durch drei Arten in verschiedenem Mengenverhältnis gebildet und zwar durch die Fichte (*Picea obovata*), die Tanne (*Abies sibirica*) und die Sibirische Arve (*Pinus sibirica*). Auf diese Wälder entfallen etwa 280 000 ha, also eine relativ kleine Fläche, denn sie fehlen dem zentralen Altai, wo dem kontinentalen Klima entsprechend die Lärchen- und Arven-Lärchenwälder vorherrschen.

Die dunklen Nadelwälder bevorzugen die Nordhänge mit podsolierten Böden. Diese Standorte bleiben dauernd feucht, der Boden ist mit einem dichten Moostepich bedeckt, die Schneedecke ist sehr mächtig und taut im Frühjahr nur langsam ab. Das extreme Mikroklima im Walde gibt nur einer bestimmten ökologischen Gruppe von Arten die Möglichkeit, unter den Nadelbäumen zu gedeihen. An den Bäumen hängen *Usnea*-Arten herab, unter den Kräutern sind relativ viele immergrüne Arten.

Die fast gleich hohen Baumarten bilden eine scharf abgegrenzte Schicht; die Strauchschicht ist kaum durch einige *Lonicera altaica* und *Rosa*-Arten vertreten; in der nicht sehr dichten

Krautschicht herrschen die üblichen Taiga-Arten vor, wie *Linnaea*, *Oxalis*, *Majanthemum*, *Pyrolaceen*, *Vaccinium*-Arten, einzelne Farne und Gräser (*Milium*, *Anthoxanthum*, *Calamagrostis* u. a.); die Mooschicht mit *Hypnaceen*, *Polypodium*, *Climacium* und einzelnen *Sphagna* ist dagegen gut entwickelt.

Eine besondere Ausbildungsform ist die «Finstere Taiga». In dieser herrscht *Abies sibirica* mit *Populus tremula* und einer unteren Schicht mit *Sorbus*, *Padus* und *Viburnum* vor. Stark vertreten sind an etwas lichter Stellen die Hochstauden (*Aconitum excelsum*, *Delphinium elatum*, *Paeonia anomala*, *Thalictrum minus*, *Lathyrus gmelini*, *Euphorbia pilosa*). Dazu kommen auch hier wieder die Reliktarten früherer Lindenwälder wie *Stachys sylvatica*, *Festuca gigantea*, *F. sylvatica*, *Circaea lutetiana*, *Asperula odorata*, *Geranium robertianum*, *Asarum europaeum*, *Epilobium montanum*, *Campanula trachelium*, *Brachypodium sylvaticum*, *Bromus ramosus* (*benekeni*), *Dryopteris filix-mas*, dazu *Sanicula europaea* und *Osmorhiza amurensis*. Eine Mooschicht ist nicht entwickelt. Diese Wälder kommen bei geringer Höhenlage in den am wenigsten kontinentalen Teilen des Altai vor: Sie schließen sich einerseits im NE an ähnliche Wälder mit *Tilia* des westlichen Kusnezsk-Alatau an, andererseits findet man sie auf den weit in die Steppe hineinragenden Vorbergen im feuchten Westen, also im Waldsteppen-Grenzgebiet, was auch den starken Anteil der Espe verständlich macht. Sie wächst hier sehr üppig und breitet sich zusammen mit der Birke rasch auf allen freien Flächen aus; im Unterwuchs sind *Festuca gigantea* und *Stachys sylvatica* vertreten. Dort, wo die Tanne zurücktritt und die Laubbäume dominieren, stellen sich Frühjahrsgeophyten ein, wie *Erythronium sibiricum*, *Corydalis bracteata* und *Primula pallasii*.

Die hier beschriebenen Tannenwälder der unteren Lagen gehen mit zunehmender Höhenlage in Tannen-Arvenwälder über.

Picea obovata-Wälder ziehen sich als Auen an den Flußufern hin. Sonst spielt die Fichte im Altai keine große Rolle und steigt nirgends hoch ins Gebirge. Zu ihr gesellt sich in den Auen *Betula microphylla* und in der Strauchschicht *Betula humilis* mit *Dasiphora* (*Potentilla*) *fruticosa*.

e) Die Hochgebirgswiesen

Die Hochgebirgswiesen werden in subalpine und alpine eingeteilt. Die subalpinen primären

¹ Eine Beschreibung dieser Wälder liegt in deutscher Sprache vor, vgl. JUNG, E.: Über den Aufbau und die Entwicklung des farnreichen Zirben-Tannen-Waldes (*Pinetum dryopteridosum cembrae typicum*) am Telezker See. Arch. Forstw. 14, 323–341 (1965).

Wiesen findet man noch unter der Baumgrenze auf Gipfeln und an Hängen, die ständig in Wolken gehüllt sind, also im westlichen Altai, im nordöstlichen nur fleckenweise. Sie bilden stets ein Makromosaik mit Arven-Wäldchen oder mit subalpinen Gebüsch. Die Böden sind Rasen-Podsole oder nur leicht podsolig und sauer.

Als typische Arten nennen wir: *Leuzea* (*Centaurea*) *carthamoides*, *Cirsium heterophyllum*, *Saussurea latifolia*, *Geranium albiflorum*, *Trollius altaicus*, der hier *T. asiaticus* ersetzt, *Veratrum lobelianum*, *Ranunculus grandiflorus*, *Rumex arifolius*, *Pedicularis uncinata* u.a., *Bupleurum aureum* und stellenweise häufig *Phlomis alpina*. Die Gräser fallen kaum auf, doch sind sie stets vorhanden: *Anthoxanthum odoratum*, *Calamagrostis langsdorffii*, *Poa alpina*, *Alopecurus alpinus* und *Carex perfusca*. Als erste Art blüht gleich nach dem Abtauen des Schnees *Erythronium sibiricum* auf, dann folgt *Trollius*.

In höheren Lagen gehen diese Wiesen in alpine auf Alpenhumusböden über. Am weitesten verbreitet sind sie wiederum im westlichen Altai, aber auch im zentralen, wo sie in die tundra-ähnlichen *Kobresia*-Rasen übergehen. Unterschieden werden: 1. Alpine Wiesen mit *Aquilegia glandulosa*, 2. solche mit *Viola altaica* und *Gentiana grandiflora*, 3. Gras-Seggen-Wiesen und 4. *Kobresia*-Rasen.

Von Gräsern wären zu nennen: *Anthoxanthum odoratum*, *Phleum alpinum*, *Trisetum altaicum*, *Avenastrum asiaticum*, *Festuca kryloviana* und eine Reihe von *Carex*-Arten. Charakteristische Kräuter sind: *Lloydia serotina*, *Polygonum viviparum*, *Callianthemum angustifolium*, *Papaver nudicaule*, *Sibbaldia macrophylla*, *Oxytropis altaica*, *Astragalus alpinus*, *Viola biflora* u.a., also einige auch in den Alpen vorkommende Arten.

Die *Kobresia*-Rasen werden durch die in der polaren und Gebirgstundra weit verbreiteten *Kobresia bellardi* und *K. schoenoides* gebildet, aber alpine Elemente sind noch beigemischt. Die Oberfläche ist oft bultig. Die Heumenge erreicht 0,5–0,6 t/ha.

Neben den Wiesen kommen auch kleine Moore an quelligen Standorten vor.

In diesen findet man die Moose *Paludella squarrosa*, *Aulacomnium palustre*, *Mnium*, *Bryum*, stellenweise *Sphagnum* und *Carex altaica*, sowie *Eriophorum angustifolium*, *E. humile* mit viel *Allium schoenoprasum*. An trockeneren Stellen wächst *Trichophorum caespitosum* und *Carex lasiocarpa*.

f) Hochgebirgstundra

Auf diese entfällt der weitaus größte Teil der alpinen Stufe und etwa 19,5% der Gesamtfläche. Die Tundra beginnt meist über einem schmalen Streifen mit alpinen Wiesen; nur im Westen spielt die Tundra keine große Rolle, während sie im kontinentalen Osten alleine vertreten ist. Floristisch ist sie arm. In Abhängigkeit von der Kontinentalität und der Feuchtigkeit des Bodens zeigt die Gebirgstundra gewisse Unterschiede in der Ausbildung.

Im Nordosten bei guter Befeuchtung findet man eine Moos-Flechten-Tundra mit den in der arktischen Zone üblichen Arten; von höheren Pflanzen als Sträucher oder als niederliegende Spaliere *Juniperus sibirica*, die Zwergbirke (*Betula rotundifolia*) und *Salix*-Arten (*S. myrsinites* u.a.); vereinzelt fallen die Blüten von Arten alpiner Wiesen auf, doch wesentlicher ist der Aspekt mit *Eriophorum humile*.

Weit verbreitet sind die Tundren mit *Betula rotundifolia*, die 10–50 cm hoch wird und deren Blätter nur 0,8–1,0 cm groß sind.

Zu ihr gesellen sich viele *Salix*-Arten, darunter *S. arbuscula*, *S. reticulata* u.a. und *Juniperus pseudo-sabina* sowie *J. sibirica*; dazu kommen Kräuter (*Polygonum viviparum*, *Trollius altaicus*, *Viola altaica*, *V. biflora*, *Swertia obtusa* u.a.). Schutthänge sind oft von *Dryas oxyodonta* bedeckt, einer Art, die von *Dryas octopetala* abgespalten wurde und die vom Altai bis in die Nordmongolei verbreitet ist. An Felsen findet man nur einzelne Felspflanzen, verschiedene *Saxifraga*-Arten (darunter *S. cernua*), *Cortusa altaica*, *Draconcephalum imberbe*, *Aquilegia borodini* u.a.

Auch an den Felsen der nivalen Stufe kommen neben Flechten vereinzelt höhere Pflanzen vor.

Eine Besonderheit des südöstlichen Altai ist, daß eine Waldstufe fehlt und die Gebirgssteppen unmittelbar an die Hochgebirgstundra grenzen. Dabei kommt es in der Übergangszone zur Ausbildung von Vegetationskomplexen und zwar aus Tundragesellschaften (meist mit *Kobresia*) und niedrigen Grassteppenfragmenten mit *Poa botryoides*, seltener *Festuca pseudovina* und *Koeleria gracilis* oder *Aneurolepidium dasystachys*.

Auch *Carex duriuscula* mit *Artemisia frigida*, *Potentilla acaulis*, *Aster alpinus*, *Gentiana decumbens* u.a. spielen eine Rolle. Daneben findet man in der Tundra *Sagina saginoides*, *Saussurea alpina*, *Potentilla nivea*, *Saxifraga hirculus* u.a., aber meist nur in geringer Zahl.

In kleinen feuchten Senken können halophile Wiesen zur Ausbildung kommen.

Von den einzelnen Gesellschaften werden von KUMINOVA in einer Beilage je 10 typische Bestandsaufnahmen in Tabellen zusammengestellt.

3. Die Krim

a) Allgemeines

Die Halbinsel Krim ist fast eine Insel im Schwarzen und Asowschen Meer. Vom Festland wird sie durch den Meerbusen von Karkinit und das sehr seichte Faule Meer, den Siwasch, abgetrennt. Nur der 6–8 km breite Isthmus Perekop verbindet die Krim mit dem Festland.

Die Krim erstreckt sich von Norden nach Süden über 200 km und von Westen nach Osten, die Kertsch-Halbinsel inbegriffen, über 320 km, ohne diese über 220; sie stellt damit ein mit der Spitze nach Süden weisendes Quadrat dar (Abb. 286). Der Hauptteil der Krim ist eben und schließt sich dem Klima und der Vegetation nach an die südlichste Steppenzone an. Nur ein etwa 40–50 km breiter Streifen längs der SE-Kante ist gebirgig mit einem Steilabfall nach Süden. Der untere Teil des Abfalls mit einem sehr schmalen Uferstreifen – die eigentliche Südkrim – stellt sowohl klimatisch als auch im Hin-

blick auf die Vegetation einen Fremdkörper in Osteuropa dar und erinnert mit seinem deutlich mediterranen Einschlag schon mehr an die kaukasische Schwarzmeerküste in ihrem nördlichen Teil (WULFF 1926, 1932, STANKOV 1934, WALTER 1943, 1943 a).

Man kann somit bei der Krim drei Teilgebiete unterscheiden:

1. Die ebene Steppenzone der Nordkrim, den größten Teil einnehmend,
2. das 150 km lange und 40–50 km breite Krim-Gebirge mit mehreren Höhenstufen und
3. die Südkrim – ein schmaler Streifen am Fuß des Steilabfalles mit submediterraner Vegetation.

Abb. 287 zeigt schematisch den Aufbau des Jaila-Gebirges. Man unterscheidet 3 Höhenzüge: a) den nur 320 m hohen nördlichen Gebirgszug, aus weichen Schichten des oberen Tertiärs aufgebaut, b) den mittleren Gebirgszug, der schon auf 530 (bis 766) m NN ansteigt, und c) den südlichen Gebirgszug – das eigentliche Jaila-Gebirge (höchster Gipfel Tschatyrdag 1542 m NN), das vom harten Kalkstein des oberen Jura gekrönt wird. Dieser Kalkstein fällt als weiße Wand nach Süden ab, ist auf der Hochfläche stark verkarstet und dient als Sommerweide (Jaila türk. = Weide). Das Gebirge schirmt im Winter die kalten NE-Winde von der Südküste ab und begünstigt zugleich die Wolkenbildung durch den Aufstieg der feuchten Schwarzmeerluft am

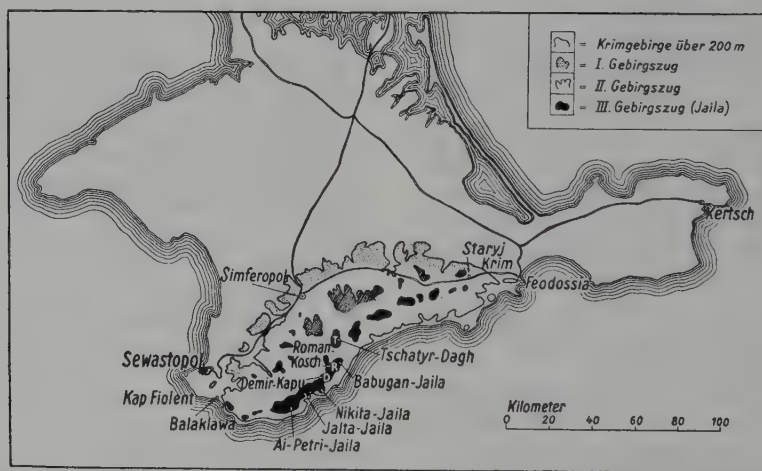


Abb. 286. Die Krim mit den 3 Gebirgszügen (über 200 m NN) im südlichen Teil: Erster punktiert, zweiter schraffiert (im Osten u. Südwesten schwarz erscheinend) und dritter schwarz (aus WALTER 1943 a).



Abb. 287. Schematisches Profil durch die Krim (nach SLUDSKI, verändert). 1 Magmatische Massen (am Südufer als Lakkolithe), 2 Obere Trias und Unterer Jura, 3 Mittlerer Jura, 4 Oberer Jura, 5 Untere Kreide, 6 Obere Kreide, 7 Unteres Tertiär, 8 Oberes Tertiär (aus WALTER 1968).

Südhang, so daß es zu erheblichen Niederschlägen kommt. Andererseits liegt das Südufer zur Sommerzeit im Lee der regenbringenden Westwinde. Die Sommer sind deshalb trocken und heiß, während im Winter bei mittleren Temperaturen von fast $+5^{\circ}\text{C}$ über 30% der Niederschläge fallen. Da jedoch einzelne Kälteeinbrüche die Südküste erreichen und die mittleren Jahresminima -8 bis -10°C (absolute -11 bis -16°C) betragen, so ist das Klima nicht als eu-mediterran, sondern nur als submediterran zu bezeichnen. Die Klimadiagramme auf Abb. 288 vermitteln davon einen Eindruck.

Der klimatisch begünstigte Streifen erstreckt sich über 50 km vom Kap Foros im Westen bis Aluschtsa im Osten. Dann flacht sich das Gebirge ab, seine Schutzwirkung geht verloren und östlich von Sudak (Abb. 289) herrschen die Sommerregen vor; zugleich hört der mediterrane Charakter der Vegetation auf (vgl. Vegetationskarte auf Abb. 289).

b) Die Nordkrim

Die Nordkrim ist ein Steppengebiet, auf das $\frac{3}{4}$ der Gesamtfläche der Krim entfallen. Die Niederschläge betragen im Norden nur 300 mm (Tarchankut 277 mm, Eupatoria 349 mm) und nehmen nach Süden mit Annäherung an das Gebirge auf 500 mm zu. Das Regenmaximum ist wie stets in der Steppe im Juni oder Juli. Die Temperaturmittel im Winter liegen wenig über 0°C , die Minima können -30° erreichen (Abb. 288, Tarchankut).

Die Bodenoberfläche erhebt sich am Siwasch-Ufer kaum über die Meeresoberfläche, so daß die Böden oft verbrackt sind (Abb. 291). Dort, wo das Grundwasser tiefer liegt, überwiegen Kastanienerden, die bei zunehmendem Niederschlag nach Süden in Schwarzerde übergehen (Abb. 290 und 293). Entsprechend macht sich eine Zonierung der natürlichen Vegetation von Norden nach Süden bemerkbar: Salzwiesen –

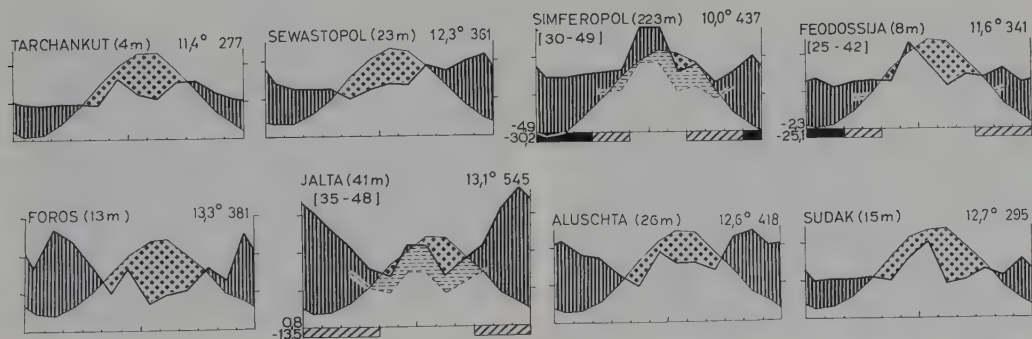


Abb. 288. Klimadiagramme aus der Krim: Obere Reihe Stationen nördlich von der Hohen Jaila mit Sommerregen und kalten Wintern: Tarchankut am Westkap, andere s. Abb. 286 u. 289; untere Reihe an der Südküste mit Winterregen und milden Wintern: Kap Foros (südl. Balaklaw), Aluschtsa (südl. Ai-Petri), Jalta (südl. der Jalta-Jaila), Sudak am Ostende des Gebirges (schon mit vorwiegend Sommerregen).

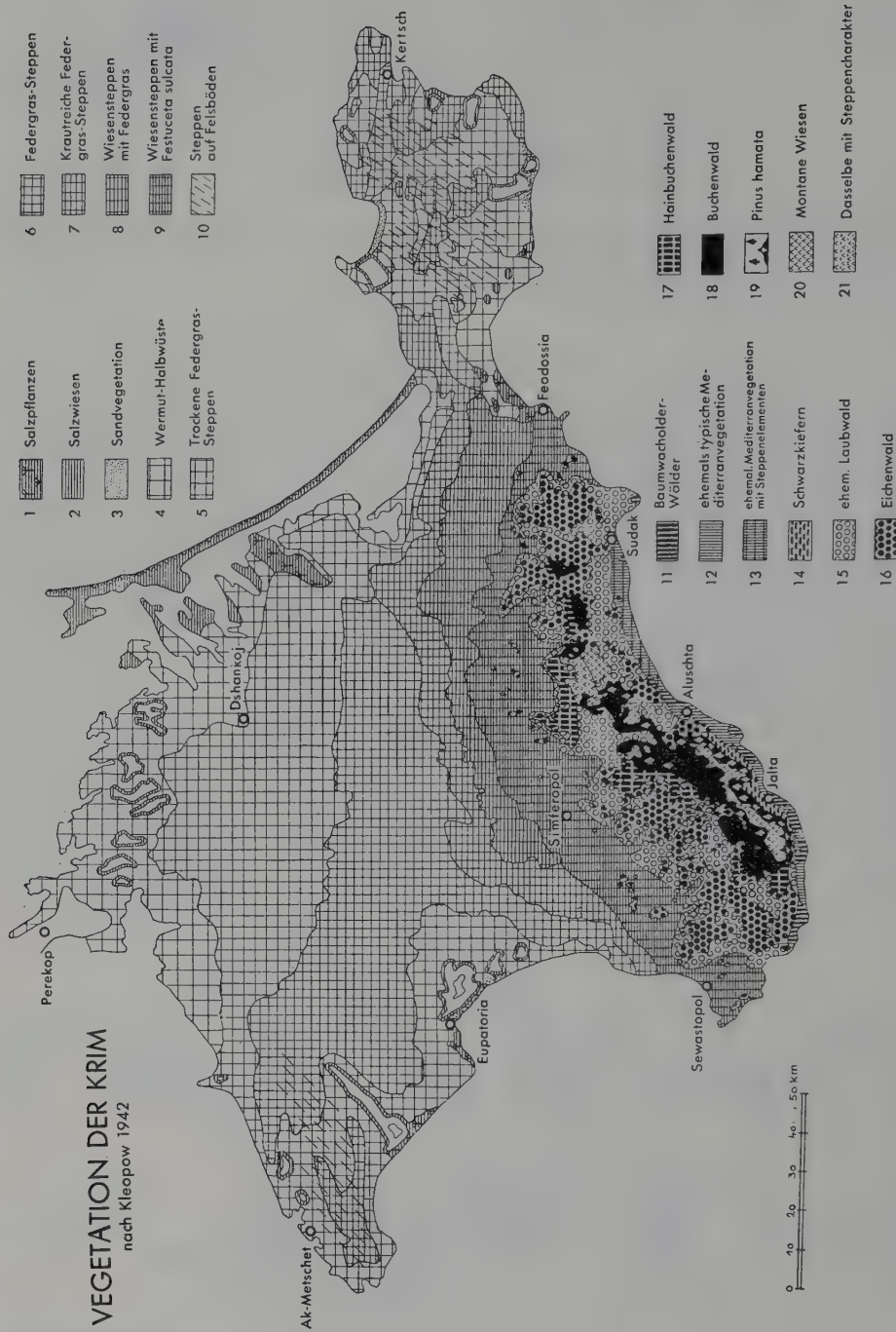


Abb. 289. Vegetationszonen und Höhenstufen der Krim (Wermut-Halbwüste = *Artemisia*-reiche Steppe) (nach KLEPOV).

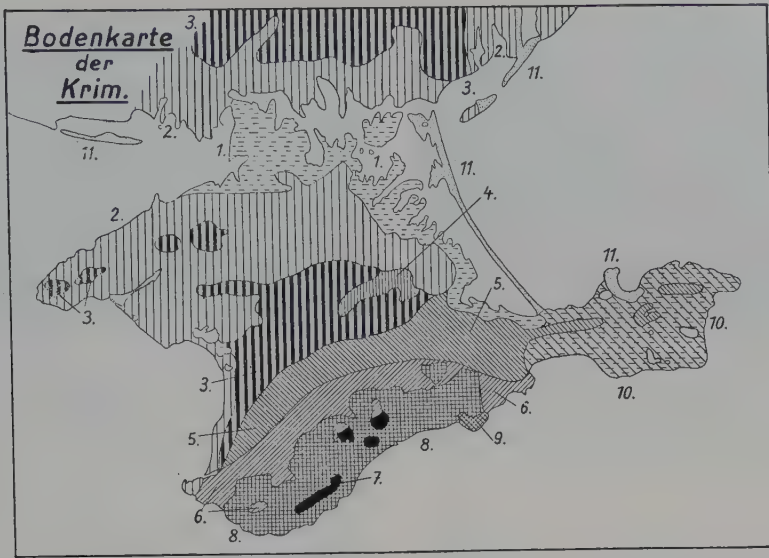


Abb. 290. Bodentypen der Krim (nach Bodenkarte der europ. USSR, Leningrad 1930): 1 Salzhaltige Solonez-Solontschak-Komplexe, 2 Dunkle Kastaniererde, 3 Südliche Schwarzerde, 4 dieselbe sandig, 5 Schwarzer Karbonatboden, 6 Schwarzerde über Kalkgestein, 7 Schwarzerdeartige Gebirgsböden, 8 Braune Waldböden unter Laubwald, 9 Schwach degradierte Schwarzerde, 10 Schwarze Karbonatböden mit Salzanreicherung, 11 Sanddünen. Die roten Böden (schmaler Streifen entlang der Südküste) sind nicht eingetragen (aus WALTER 1943 a).

wermtreiche (halbwüstenähnliche) Steppen – Federgrassteppen – krautreiche Federgrassteppen – Wiesensteppen (Abb. 289). Allerdings ist nur die Halophyten-Vegetation erhalten geblieben; die Steppen sind zum größten Teil in Kulturland umgewandelt worden, aber auf steinigen, nicht ackerfähigen Böden kann man Steppenreste finden (Abb. 291–294).

Von den Halophyten sind zu nennen: *Salicornia europaea*, die sich gegen Sommerende rot färbt und der ganzen Landschaft diesen Ton verleiht, dazu kommen *Halocnemum strobilaceum* (ebenso häufig), *Limonium* spp., *Suaeda maritima*, *Camphorosma perenne*, *Petrosimonia volvox*, *Obione verrucifera*, *Frankenia hirsuta*, *Lepidium crassifolium*, *L. pumilum*, *Hutchinsia elliptica* u.a.

Entlang der im Sommer austrocknenden Fluß-



Abb. 291. Vegetation der Nordkrim am Faulen Meer (Siwasch): Vorn *Artemisia maritima* s.l., dahinter (dunkler) leuchtend rote Flächen mit *Salicornia* im Sommer und weiße Salzflächen (alle Fotos von der Krim von H. WALTER).



Abb. 292. Nordkrim: *Artemisia*-reiche Steppe mit einzelnen hohen *Echium altissimum*. Außerdem sind häufig *Phlomis pungens* und *Eryngium campestre*.



Abb. 293. Steppe auf flachgründiger Kastanienerde über verwittertem pontischem Kalkstein (fossile Muschelschalen). Aus diesem werden im Steinbruch Blöcke ausgesägt, die als poröse Bausteine Verwendung finden.



Abb. 296. Nordkrim zwischen Eupatoria und Ak-Metschet: Salzsee von Nehrung aus aufgenommen mit Halophyten wie *Salicornia*, *Suaeda*, *Bassia* u. a.



Abb. 294. Steppe der Nordkrim mit vorherrschenden *Stipa capillata* und *Agropyrum cristatum* auf flachgründigem Boden über pontischem Kalkstein.



Abb. 297. Nordkrim: Saki-Liman (rechts) und Schwarzes Meer (links). Blick auf schmale Nehrung, vorn viel *Artemisia*, *Aster villosus* u. a.



Abb. 295. Nordkrim: Fluß Taschtschenak vor der Mündung in den Liman. Ufer im Sommer umsäumt mit weißen Salzflächen und dazwischen Halophyten-Gesellschaften.



Abb. 298. Krim: Im Hintergrund erster Gebirgszug steil nach Süden abfallend, dann Längstal und links langsam ansteigender Nordhang des zweiten Gebirgszuges.

läufe und am Rande der Salzseen sowie Limane ziehen sich die Halophytengemeinschaften weit in die Steppenzone hinein (Abb. 295–297).

Auf den Kastanienerden blühen im Frühjahr *Tulipa schrenkii*, *Alyssum hirsutum*, *Astragalus reduncus*, im Sommer *Achillea leptophylla*, im Spätsommer *Artemisia maritima* s.l. und *Stipa capillata*.

Für steiniges Ödland oder Wegränder im Schwarz-erdegebiet nennt WULF folgende Arten: *Stipa lessingiana*, *St. capillata*, *Festuca sulcata*, *Koeleria brevis*, *K. gracilis*, *Bromus riparius* (*erectus* s.l.), *Salvia nutans*, *S. austriaca*, *Jurinea stoechaedifolia*, *Centaurea orientalis*, *Astragalus onobrychis*, *Verbascum ovalifolium*, *Silene wolgensis*, *S. densiflora*, *Buffonia tenuifolia*.

Die Hauptentwicklung der Flora ist im Frühjahr. Zu dieser Jahreszeit blühen: *Crocus biflorus*, *C. susianus*, etwas später *Muscari racemosum*, *M. comosum*, *Hyacinthus ciliatus*, *Ornithogalum fimbriatum*, *Asphodeline taurica*, *Iris pumila*, *Adonis vernalis*, *A. flammeus*, *Alyssum linifolium*, *Hesperis tristis*, *Chorisporea tenella*, *Amygdalus nana*, *Vinca herbacea*, *Androsace maxima*, *Myosotis stricta*, *Valeriana tuberosa* u.a. Zu Beginn des Sommers beginnen mit der Blüte: *Stipa lessingiana*, *Salvia nutans*, *S. horminum*, *S. aethiopis*, *Crambe tatarica*, *Linum tauricum*; erst am Ende des Sommers folgen *Stipa capillata*, *Andropogon ischaenum* und *Artemisia*-Arten.

c) Das Krimgebirge

Der nördlichste 250–300 m hohe Gebirgszug ist noch von Steppe bedeckt (Abb. 298), während der mittlere schon Waldsteppencharakter trägt mit Wiesensteppen an offenen Stellen sowie auf Rodungen zwischen Eichenwäldern (Abb. 299–302).

Für die Wiesensteppen werden genannt: *Stipa pulcherrima*, *Filipendula hexapetala*, *Hyacinthus leucophaeus*, *Silene otites*, *Dianthus capitatus*, *Adonis vernalis*, *Reseda lutea*, *Sanguisorba minor*, *Lathyrus pannonicus*, *Onobrychis viciaefolia*, *Astragalus onobrychis*, *Melilotus officinalis*, *Linum austriacum*, *Turgenia latifolia*, *Stachys recta*, *Salvia horminum*, *S. nutans*, *Phlomis pungens*, *Thymus callieri*, *Asperula galioides*, *Onosma stellulatum* u.a. Aber es mischen sich namentlich am Ostrand bei Staryj Krim auch Mittelmeergebirgspflanzen bei, wie *Asphodeline lutea*, *Paronychia cephalotus*, *Anemone halleri*, *Helianthemum canum*, *Sideritis taurica*, *Artemisia lanata* und eine Reihe anderer.

Die Eichenwälder auf degradierte Schwarzerde mit viel Gebüsch entsprechen denen an der nördlichen Steppengrenze, doch findet man in ihnen einige mitteleuropäische Elemente wie *Quercus petraea*, aber auch submediterrane wie *Qu. pubescens* oder *Cotinus coggygia*. Folgende Zusammensetzung wird angegeben:



Abb. 299. Krim: Zweiter Gebirgszug (Tschufut-Kale rechts) mit Blick ins Canyon nach Bachtschisaraj (Laubgehölz am unteren Hang). Im Hintergrund ist der erste Gebirgszug sichtbar.



Abb. 300. Canyon bei Bachtschisaraj (zweiter Gebirgszug). Stark durch Beweidung degradierte Vegetation.



Abb. 301. Belbek-Tal mit Canyon-artigem Durchbruch (zweiter Gebirgszug). An Hängen Buschwald, im Tal Obstkulturen.



Abb. 302. Belbek-Tal mit bewaldeten Hängen in NE-Exposition am Steilabfall des zweiten Gebirgszuges in dessen südlichem Teil.

Baumschicht:

Quercus robur, *Qu. petraea*, *Qu. pubescens*, *Fraxinus excelsior*, *Pyrus malus*, *P. communis*, *P. elaeagnifolia*, *Carpinus orientalis*.

Strauchschicht:

Corylus avellana, *Cotinus coggygria*, *Evonymus europaeus*, *Acer campestre*, *A. stevenii* (nahe *A. hyrcanum* und *A. italum*), *Crataegus monogyna*, *Cornus mas*, *C. sanguinea*, *Ligustrum vulgare* und als Liane *Tamus communis*.

Krautschicht:

Polygonatum latifolium, *Paeonia triternata*, *Dentaria quinquefolia*, *Geum urbanum*, *Potentilla umbrosa*, *Dorycnium herbaceum*, *Lathyrus roseus*, *L. niger*, *Geranium columbinum*, *G. lucidum*, *Smyrniolum perfoliatum*, *Bifora radians*, *Cynanchum rehmanni*, *Cerinthe minor*, *Lithospermum purpureo-coeruleum*, *Symphytum tauricum*, *Calamintha graveolens*, *Lamium maculatum*, *Veronica chamaedrys*, *Asperula taurica*.

Der südlichste Gebirgszug hat eine mittlere Höhe von 1200–1500 m NN. Mit zunehmender Erhebung nehmen die Niederschläge immer mehr zu (bis auf 1000–1200 mm). Zugleich bildet sich eine Wolkenstufe am Nordhang des südlichsten Gebirgszuges aus. Damit sind die Voraussetzungen für das Auftreten von Buchenwäldern gegeben. Zuerst mischt sich zu den Eichen die Hainbuche (*Carpinus betulus*), dann aber auch die Buche (*Fagus*) und schließlich bildet letztere an den Nordhängen fast reine Bestände (Abb. 303).

Was die Buche anbelangt, so ist sie durch eine Zwischenform zwischen *Fagus sylvatica* und *F. orientalis* vertreten ähnlich wie auf der Balkanhalbinsel. POPLAVSKAJA, die sich besonders eingehend mit den Buchenwäldern beschäftigte,

hat die Art als *Fagus taurica* bezeichnet. Die Abweichungen von der europäischen und orientalischen Buche sind gering (Zahl der Blattnerve, Schuppen an der Cupula).

Die Buchenwälder beginnen am Nordhang in 600–700 m NN, dort wo die Kreideschichten durch Juraschichten abgelöst werden. Die obere Grenze der Buche liegt bei 1300 m; darüber fängt die baumlose Jaila-Fläche an. Die Buche greift stellenweise auf den Südhang über, wohl nur so weit wie im Sommer die Wolkendecke liegen bleibt; aber schon von 900–800 m abwärts wird sie am Südhang von *Pinus pallasiana* und *Quercus petraea* abgelöst; der Buchenwald ist hier schon verarmt und an feuchtere Schluchten gebunden.

Für die Buchenstufe sind braune Waldböden wie in Mitteleuropa bezeichnend. Die Entwicklung der Bäume ändert sich mit der Höhenlage. POPLAVSKAJA macht folgende Angaben über die mittleren Maße der starken Stämme:

Tab. 20: Abhängigkeit des Buchenwachstums von der Höhenlage auf der Krim.

Höhenlage NN	Stammhöhe	Stamm- durchmesser
500 m	23 m	50 cm
720 m	34 m	47 cm
1050 m	22 m	28 cm
1200 m	18 m	26 cm
1300 m	12 m	15 cm

An der oberen Grenze findet man oft strau- chige Exemplare, die durch Verbiß entstehen. Die Baumlosigkeit der Jaila ist ähnlich zu beurteilen, wie die des Karst in Kroatien. Durch die schon uralte Beweidung¹, die immer mit Holznutzung verbunden ist, werden die Baum- bestände auf der Hochfläche gelichtet und ihre Verjüngung durch Verbiß verhindert. Auch die starken Winde erschweren die Verjüngung auf gelichteten Flächen und haben eine austrock- nende Wirkung auf den durch Bodenerosion

¹ Man hat an 24 Stellen Funde aus dem Neolithi- kum festgestellt; sie liegen alle um die obersten Quel- len gleich unterhalb der Hochfläche herum. Schon damals könnte eine Beweidung ausgeübt worden sein.

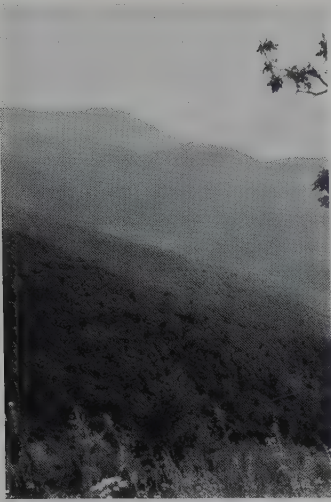


Abb. 303. Nordhang des Jaila-Gebirges ganz von natürlichen Buchenwäldern bedeckt (Naturschutzgebiet). Roman-Kosch links im Hintergrund.

flachgründig gewordenen Boden. So kommt es, daß die Jaila heute fast baumlos erscheint, doch sind einzelne hochstämmige Bäume oder kleine Restbestände noch vorhanden (Abb. 304). Im Kaukasus sind die Buchenwälder noch bis 1400 m gut entwickelt und als Gebüsch findet man die Buche noch in 2100 m NN. Es werden jetzt Versuche unternommen, die Hochfläche wenigstens teilweise aufzuforsten (Abb. 305). Es gelingt am leichtesten mit *Pinus sylvestris*, die in der Form *P. hamata* zerstreut gleich unterhalb des Plateaurandes vorkommt (Abb. 306–307). In solchen *Pinus*-Beständen wurden *Moneses*



Abb. 304. Jaila-Hochfläche unweit Ai-Petri mit Paßstraße und Buchen an windgeschützten Standorten.



Abb. 305. Ai-Petri auf der Jaila-Hochfläche: Paßhöhe mit Steilabfall nach Süden zum Schwarzen Meer. Aufforstungsversuche.



Abb. 306. Krim: Natürlicher *Pinus hamata*-Bestand gleich unterhalb der Nikita-Jaila.



Abb. 307. Natürlicher *Pinus hamata*-Jungwuchs, durch Anflug entstanden, auf der Nikita-Jaila (Krim).



Abb. 308. Buchenwald im Naturschutzgebiet am Nordhang des Jaila-Gebirges mit *Salvia glutinosa* und dichtem Flechtenbewuchs an den Stämmen.

uniflora, *Ranischia secunda*, *Pyrola chlorantha* und *Goodyera repens* gefunden, ein Zeichen, daß Kiefernwälder früher wohl, als Relikte aus der Postglazialzeit, verbreiteter gewesen waren.

In der Baumschicht der Buchenwälder dominiert *Fagus* absolut, nur vereinzelt kommen *Carpinus betulus*, *Fraxinus excelsior*, *Ulmus montana* oder *Tilia cordata* vor (Abb. 308).

Eine Strauchschicht fehlt meist, doch sind *Evonymus latifolius* und *Taxus baccata* für diese Stufe bezeichnend.

Die Krautschicht trägt allgemein mitteleuropäischen Charakter.

Häufig sind: *Dentaria quinquefolia*, *Euphorbia amygdaloides*, *Asperula odorata*, *Mercurialis perennis* und dazu *Poa nemoralis*, *Dactylis glomerata*, *Bromus benekeni*, *Carex digitata*, *Galanthus plicatus*, *Polygona-*

tum officinale, *Convallaria majalis*, *Ficaria verna*, *Sanícula europaea*.

Interessant ist, daß bestimmte Arten gewisse taxonomische Abweichungen aufweisen, wie *Fagus taurica*, *Hedera helix* ssp. *taurica*, *Galanthus plicatus* an Stelle von *G. nivalis* usw.

Die Krautschicht ist in verschiedenen Höhenlagen unterschiedlich ausgebildet. Das Fagetum typicum findet man in 570–1000 m NN. Außer den genannten Arten wachsen hier *Cephalanthera rubra*, *Platanthera montana*, *Neottia nidus-avis*, *Epipactis latifolia*, *Hedera helix*, *Cynoglossum germanicum*, *Galium spurium*, *Moehringia trinervia*, *Dryopteris filix-mas*, *Carex sylvatica*, *Arum orientale*, *Monotropa hypopitys*, *Coralorrhiza innata*, *Epipogon aphyllus*, *Cynanchum scandens*, *Lathyrus inermis*, *Primula acaulis*, *Scilla bifolia*, *Viola odorata*, *Milium effusum*, *Cicerbita muralis*.

In höheren Lagen treten hinzu oder werden häufiger *Salvia glutinosa*, *Ranunculus anemonifolius*, *Satureja grandiflora*, *Bromus variegatus*, *Geranium robertianum*, *Chaerophyllum aureum*, *Corydalis marschalliana*, *Scrophularia nodosa*, *Carex pendula*, *Cicerbita muralis*. Auf armen, steinigen Böden, wenn die Blattstreu weggeblasen wird, kann sich eine geschlossene Moosschicht entwickeln (*Homalothecium sericeum*, *Hypnum cupressiforme*, *Hylocomium splendens*).

In tieferen Lagen im Tal der Alma wächst ein weniger dichter Buchenwald mit *Taxus baccata*, *Corylus avellana*, *Sorbus torminalis*, *Prunus avium*, *Evonymus latifolius*, *E. verrucosus*, *Cornus mas*, *Ligustrum vulgare* und den Lianen *Clematis vitalba* und *Hedera helix*.

Die Frühlingsgeophyten mit *Scilla*, *Galanthus*, *Ficaria*, *Corydalis paczoskii* u. a. sind gut vertreten.

Am Südhang des Gebirges gesellen sich zur Buche beim Übergang zu den Schwarzkiefernwäldern (*Pinus pallasiana*) solche Arten wie *Carpinus orientalis*, *Acer steveni* (*hyrcanum*), *Mespilus germanica*, *Crataegus orientalis*, *Cotinus coggygia*, *Spiraea hypericifolia*, *Rosa*-Arten u. a. hinzu; auch *Taxus* ist hier durch besonders alte Stämme vertreten.

An der obersten Waldgrenze können stellenweise niedrige Wacholder (*Juniperus depressa*, *J. sabina*) eine Art Krummholz bilden. Als große Seltenheit hat man an steilen Nordhängen in 1000–1200 m Höhe die Birke (*Betula pendula*) festgestellt, die somit auf der Krim einen sehr isolierten Außenposten besitzt. Insgesamt werden im Krimschen Waldreservat 773 Arten von POPLAVSKAJA angegeben.

Die Hochfläche selbst entspricht dem Karst an der Adria. Sie ist sehr verschieden breit: am Ai-Petri-Paß etwa 3 km, über Gursuf (Demir-

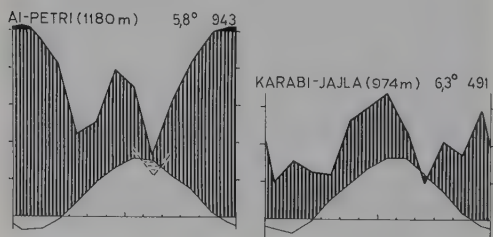


Abb. 309. Klimadiagramme von der Jaila-Hochfläche.

Kapu) verengt sie sich bis auf wenige Meter, erreicht aber weiter östlich (Karabi-Jaila) wieder 3–4 km und noch östlicher sogar 8–10 km (Abb. 286).

Über die klimatischen Verhältnisse geben die Tabellen 21–23 für Ai-Petri (1180 m NN) und die östlichere Karabi-Jaila (974 m NN) sowie die Klimadiagramme auf Abb. 309 Auskunft.

Im Westen (Ai-Petri) überwiegen die Winter-niederschläge stark (44% fallen als Schnee, von denen jedoch 40% abgeweht werden), im Osten dagegen die Sommerniederschläge. Die Temperaturverhältnisse mit einer Frostperiode von 66 Tagen (abs. Minimum $-26,5^{\circ}\text{C}$), einer Jahrestemperatur von 6°C und Tagesmittel im Juli und August von über 15°C machen es deutlich, daß es sich nicht um eine alpine Stufe handelt. Aber eine Entwaldung durch die starke Beweidung scheint auch nicht in Frage zu kommen; denn die schwarzerdeartigen montanen Wiesenböden lassen keine frühere Bewaldung erkennen.



Abb. 310. Krim: Gebirgs-Wiesensteppen (*Bromus*, *Festuca* u. a.) auf der Jaila-Hochfläche mit *Alchemilla* an feuchten Stellen. Vorn *Inula oculus-Christi*, links einzelne Buchen.

Es handelt sich wahrscheinlich um natürliche montane Wiesen mit Steppenelementen, die ihre Existenz z. T. der baumfeindlichen Windwirkung verdanken. Die zeitweise sehr starke

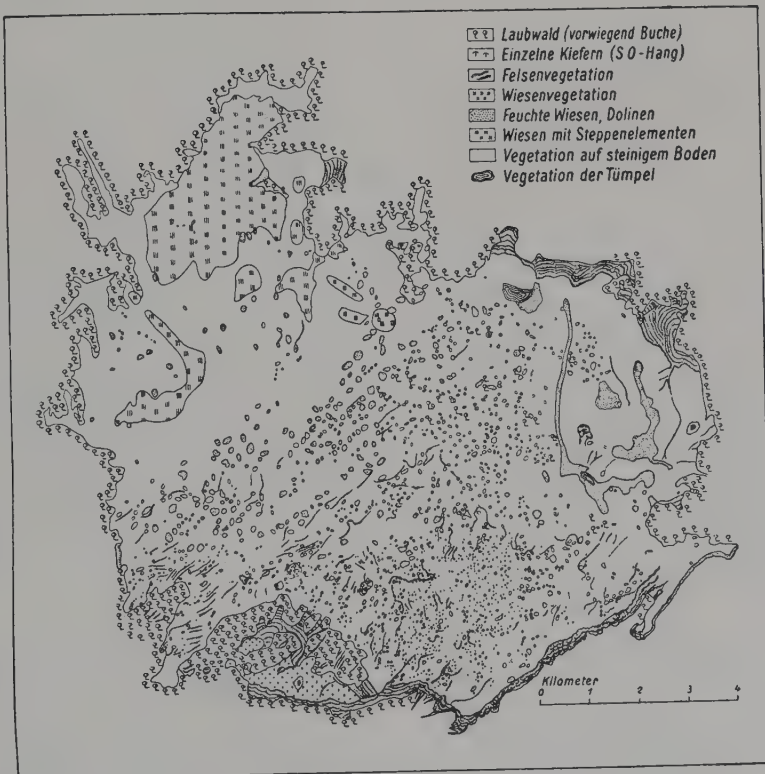


Abb. 311. Vegetationsverhältnisse in den 20er Jahren auf der Karabi-Jaila (nach WULFF).

Beweidung führte zu einer Degradation dieser Wiesenvegetation; denn die Jaila wurde als fast nackte Kalksteinfläche geschildert; als jedoch als Folge der Kriegsergebnisse die Beweidung eine Reihe von Jahren unterblieb, ergrünte sie sichtlich (Abb. 310). Quellen fehlen in diesem Karstgebiet mit zahlreichen Spalten und Dolinen ganz, aber in seichten, mit tonigem Boden ausgefüllten Mulden können sich mit Regenwasser gefüllte Tümpel bilden.

Typisch sind auf den schwarzen Gebirgs-wiesenböden Trockenrasengesellschaften mit *Festuca* und *Carex humilis* oder krautreiche Berg-wiesen mit *Alchemilla*.

Die Beimischung von subalpinen oder sogar alpinen Arten ist gering. Als solche wären zu-nennen: *Polygonum carneum*, *Ranunculus oreo-philus*, *R. caucasicus*, *Draba cuspidata*, *Viola altaica* spp. *oreades*, *Veronica gentianoides*, *Androsace*

Tab. 21: Klima des Jaila-Gebirges (aus POPLAVSKAIA)

	Westl. Jaila	Östl. Jaila
Mittlere Temperatur des Jahres*	5,7° C	6,7° C
Januartemperatur	−4,2° C	−4,4° C
Jahresschwankung der Temperatur	20,0° C	21,0° C
Vegetationszeit mit Tagesmitteln über 10° C	4 Monate	4 Monate
Jahresniederschlag in mm	786–1029	509–510
Regenmaximum	im Winter	im Sommer
Regenminimum	im Sommer	im Winter
Vorherrschende Winde	NW und SW	Süd

* Die Jahrestemperatur für die höchste Erhebung, Roman-Kosch, wird mit 3,8° C angegeben.

Tab. 22: Monats- und Jahresmittelwerte der Temperatur im Jaila-Gebirge

A. Langjährige Monatsmittel

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr
Ai-Petri	−4,2	−3,2	−0,6	3,3	9,4	12,8	15,7	15,6	11,4	7,8	1,6	−1,1	5,7
Karabi-Jaila	−2,5	−3,3	−0,1	5,3	9,9	13,9	16,6	16,3	12,3	7,7	1,5	−1,4	6,3

B. Temperaturwerte des Jahres 1917

		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr
Ai-Petri	Tagesmittel	-1,3	-7,0	0,1	5,9	7,2	12,4	14,4	16,1	10,7	8,3	4,7	-3,1	5,7
	mittl. Max.	0,8	-3,9	3,5	9,6	10,6	15,3	17,9	19,7	14,5	12,2	6,7	-0,5	8,9
	mittl. Min.	-3,9	-10,8	-3,7	1,7	3,7	9,2	10,4	12,0	6,2	4,2	2,1	-6,3	2,1
Karabi-Jaila	Tagesmittel	-1,2	-6,7	0,7	7,2	7,8	13,7	15,5	17,1	11,6	8,4	5,7	-3,0	6,4
	mittl. Max.	1,4	-3,2	4,5	11,2	8,2	16,9	19,2	21,2	15,6	12,7	8,8	-0,2	9,7
	mittl. Min.	-4,4	-10,7	-3,1	3,1	4,0	10,1	11,6	13,7	7,7	4,5	2,6	-6,0	2,8

Der erste Schnee fiel auf der Gebirgshochfläche im Jahre 1917 am 17. November. Der letzte taute auf offenen Stellen 1918 am 22. Mai ab. Der letzte Spätfrost wurde am 23. Mai verzeichnet.

Tab. 23: Niederschlagsverhältnisse im Jaila-Gebirge

A. Langjährige Monatsmittel in mm

Ort	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr
Ai-Petri*	163 (23)	102 (18)	95 (17)	45 (12)	57 (13)	82 (12)	77 (10)	34 (8)	70 (11)	82 (13)	105 (18)	119 (21)	1031 (176)
Karabi-Jaila	20	31	25	24	53	61	68	48	20	42	35	59	491

B. Verteilung der Niederschläge im Jahre 1917

Ort	Meereshöhe	Jahresnieder- schlag mm	Winter		Frühjahr		Sommer		Herbst	
	mm		mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
Ai-Petri	1257	972	399	41	175	18	187	19	211	22
Karabi-Jaila	974	451	91	20	80	18	197	44	83	18

* Eingeklammerte Zahlen = Tage mit Niederschlägen (Station Ai-Petri, 20jährige Mittelwerte). Die Regen fallen oft als Wolkenbrüche. So wurden einmal im November auf Ai-Petri innerhalb von 24 Stunden 161 mm gemessen. Nebel sind sehr häufig, an über 100 Tagen im Jahr.

villosa u. a. Erwähnenswert ist das Vorkommen am oberen Südabfall von *Juniperus foetidissimus*. Die Bergwiesen der niedrigeren Gipfel sind dagegen stärker verstept; es kommen *Stipa stenophylla*, *Adonis vernalis*, *Paeonia tenuifolia* und *Phlomis pungens*, *Verbascum phoeniceum* u. a. vor.

WULFF schildert die Verhältnisse in den 20er Jahren und unterscheidet folgende Gesellschaften (vgl. Abb. 311):

1) Trockenrasengesellschaften

(Festucetum sulcatae)

Diese bedecken den größten Teil der Hochflächen, soweit nicht infolge der Verkarstung der Boden abgetragen worden ist und der nackte Fels ansteht. Charakteristisch für sie ist die äußerst dichte Grasnarbe und das Vorherrschen der Gräser, vor allen Dingen von *Festuca ovina-sulcata* und an sonnigen Hängen der Segge *Carex humilis*. Von weitem sind diese Flächen an ihrem bläulich-grünen Ton zu erkennen. Im Sommer, zur Hauptblütezeit der vielen Kräuter, sind die Farben allerdings viel bunter.

Insgesamt werden von WULFF an diesen Standorten 214 Arten angeführt. Wir lassen die Unkräuter und die zufälligen Waldpflanzen weg und geben die Liste etwas verkürzt wieder:

Gräser: *Festuca ovina-sulcata*, *Dactylis glomerata*, *Bromus erectus-riparius*, *Phleum phleoides*, *Koeleria gracilis*, *Poa bulbosa*, *P. pratensis*, *Stipa pennata-steno-*

phylla, *Carex nitida*, *C. tomentosa*, *Luzula campestris*.

Kräuter: *Allium paniculatum*, *A. rotundum*, *Muscari racemosum*, *Scilla autumnalis*, *Orchis morio*, *O. tridentata*, *Rumex acetosella-multifidus*, *Arenaria serpyllifolia*, *Cerastium biebersteinii*, *C. semidecandrum*, *Dianthus capitatus*, *Gypsophila glomerata*, *Paronychia cephalotes*, *Adonis vernalis*, *Paeonia tenuifolia*, *Ranunculus illyricus*, *Alyssum montanum*, *A. calycinum*, *Draba nemorosa*, *Erysimum cuspidatum*, *Sedum acre*, *Alchemilla flabellata-taurica*, *A. steveni*, *Filipendula hexapetala*, *Fragaria collina*, *Potentilla argentea*, *P. canescens*, *P. hirta*, *P. recta*, *Sanguisorba minor*, *Astragalus onobrychis*, *Coronilla varia*, *Lathyrus pannonicus*, *Lotus corniculatus*, *Medicago falcata*, *M. lupulina*, *M. minima*, *Onobrychis viciaefolia*, *Trifolium alpestre*, *T. montanum*, *T. pratense*, *T. procumbens*, *T. repens*, *Geranium sanguineum*, *Linum flavum*, *L. perenne*, *L. tenuifolium*, *Polygala comosa*, *P. major*, *Hypericum perforatum*, *H. perplexum*, *Helianthemum chamaecistus*, *H. marifolium*, *Viola kitaibeliana*, *V. sieheana*, *Bupleurum falcatum*, *Pimpinella tragus*, *Trinia hoffmanni*, *Androsace villosa*, *Myosotis sylvatica*, *Ajuga genevensis*, *Prunella alba*, *Origanum vulgare*, *Phlomis pungens*, *Ph. tuberosa*, *Salvia aethiopis*, *S. pratensis*, *S. verticillata*, *Satureja acinos*, *Sideritis taurica*, *Teucrium chamaedrys*, *T. polium*, *Thymus hirsutus*, *Th. serpyllum*, *Euphrasia tatarica*, *Pedicularis comosa*, *Rhinanthus major*, *Verbascum phoeniceum*, *Veronica arvensis*, *V. chamaedrys*, *V. orientalis*, *Plantago lanceolata*, *P. media*, *Asperula cynanchica*, *A. humifusa*, *Galium mollugo*, *G. verticillatum*, *G. verum*, *Scabiosa columbaria*, *Campanula bononiensis*, *C. sibirica*, *Achillea millefolium*, *Antennaria dioica*,

Artemisia austriaca, *Centaurea axillaris*, *C. jacea*, *Helichrysum arenarium*, *Hieracium pilosella*, *H. praealtum*, *Inula oculus-Christi*, *Jurinea mollis*, *Leontodon asper*, *L. hispidus*, *Pterotheca orientalis*, *Senecio campester*, *S. vernalis*, *Scorzonera austriaca*, *Sc. laciniata*, *Taraxacum officinale*, *Tragopogon major*.

Das Vorkommen von Steppenarten in so bedeutender Höhe wird durch die Trockenheit des Standortes, den sich rasch erwärmenden Kalkboden und die starke Sonnenstrahlung im Sommer ermöglicht. Gegen die tiefen Wintertemperaturen sind sie nicht empfindlich. Wir können diese Pflanzengesellschaft somit zu der Gruppe der Gebirgswiesensteppen oder montanen Wiesen rechnen.

Obgleich wir in der Liste die gewöhnlichen Unkräuter und Ruderalpflanzen zum größten Teil weglassen, so ist sie doch noch sehr heterogen und weist die Spuren einer starken Störung durch die Beweidung auf.

Bei einer Gebirgs-Wiesensteppe in 1425 m NN an einem 5° nach SE geneigten Hang hat MACHAJEVA (1973) die Blattflächenanteile der einzelnen Arten bestimmt: Es entfielen 50 % auf *Festuca sulcata*, 13 % auf *Bromus riparius* (= *B. erectus* s.l.) und *Carex humilis*, 6 % auf *Alopecurus vaginatus*, 4 % auf *Thymus callieri*, 2–3 % auf *Filipendula hexapetala* und *Poa angustifolia*, 1–2 % auf *Trifolium ambiguum*, *Koeleria gracilis* und *Galium verum*, unter 1 % in abnehmender Reihenfolge auf *Bupleurum exaltatum*, *Viola oreades*, *Alyssum tortuosum*, *Pimpinella lithophila*, *Luzula campestris*, *Thesium ramosum*, *Androsace taurica*, *Achillea setacea*, *Alchemilla taurica*, *Galium tauricum*, *Erigeron orientalis*, *Carex tomentosa*, *Fragaria viridis*, *Potentilla depressa*, *Carex michelii*, *Crocus tauricus*, *Thlaspi praecox*, *Taraxacum officinale*, *Hieracium* sp., *Ranunculus dissectus*, *Helianthemum grandiflorum*, *Trifolium pratense* und *Myosotis suaveolens*.

Der Blattflächenindex betrug 5,6, mit der Stengeloberfläche 5,77.

Von der Gesamtfläche entfielen 73,4 % auf die Gräser, 13,6 % auf die Seggen, 2 % auf Leguminosen und 11 % auf alle übrigen Kräuter.

2) Feuchte Wiesen (*Alchemilletum*)

Diese sind mehr in den Vertiefungen, am Grunde von Dolinen usw. gelegen, wo der Boden durch das zusammenfließende Wasser stärker durchfeuchtet wird; auch die Schneeanreicherung in den Mulden ist von Bedeutung. Hier herrschen die Kräuter vor, vor allen Dingen *Alchemilla*-Arten und *Trifolium repens*.

Auch andere mehr Feuchtigkeits liebende Arten, wie z.B. die *Carex*-Arten, *Veronica chamaedrys*, *Stellaria graminea*, *Myosotis sylvatica* u.a.

sind hier stärker vertreten. Typische Steppenpflanzen fehlen dagegen meist ganz. Von weitem sind diese feuchteren Wiesen stets an dem viel frischeren Grün zu erkennen.

Die Ausbildung der Pflanzendecke zeigt immer eine deutliche Abhängigkeit von der Stärke der Beweidung. Auf unbeweideten Flächen erreichen alle Pflanzenarten eine größere Höhe und entwickeln sich normal. Bei häufiger Beweidung entstehen nur Zwergformen, und die Grasnarbe ist bloß wenige Zentimeter hoch. Starke Beweidung ändert auch die floristische Zusammensetzung. Die nahrhaften Pflanzenarten, die besonders gerne gefressen werden, verschwinden. Andere, die das Vieh nicht anrührt, vermehren sich dann um so stärker. Zu solchen Arten gehören diejenigen mit starker Behaarung (z.B. *Cerastium biebersteinii*, als «Krimisches Edelweiß» bezeichnet, *Sideritis taurica* u.a.), mit Bitterstoffen (*Achillea*, *Ajuga*, *Artemisia*) oder ätherischen Ölen (*Thymus*, *Satureja*, *Origanum*), ebenso wie stachelige Arten (z.B. die verschiedenen Disteln).

Stark überweidete Flächen, namentlich bei flachgründigen Böden werden auf der Jaila durch das reichliche Auftreten von Wermut (*Artemisia austriaca*) gekennzeichnet. Auch *Poa bulbosa-vivipara* ist ein typischer Weidezeiger.

3) Lägervegetation

Dort, wo das Vieh längere Zeit lagert und der Boden infolgedessen verdichtet und auch stark gedüngt wird, entwickeln sich die typischen Lägerpflanzen. Die vorherrschende Pflanzenart ist hier die Brennessel (*Urtica dioica*).

Außerdem führt WULFF noch folgende Arten an: *Agropyrum villosus*, *Bromus mollis*, *B. variegatus*, *Poa pratensis*, *Scilla autumnalis*, *Chenopodium album*, *Polygonum aviculare*, *Capsella bursa-pastoris* var. *pinnatifida*, *Stellaria media*, *Medicago falcata* var. *procumbens*, *Melilotus officinalis*, *Trifolium ambiguum*, *T. repens*, *Anthriscus silvestris*, *Lamium amplexicaule*, *Satureja clinopodium*, *Galium aparine*, *G. verum*, *Achillea millefolium* ssp. *setacea*, *Anthemis tinctoria* ssp. *ruthenica*, *Carduus nutans*.

4) Felsvegetation

Wir müssen dabei die Vegetation auf den überall auf der Hochfläche verbreiteten Felsen aus marmorartigem Kalk einerseits und den nur selten anstehenden Felsblöcken aus Konglomeraten (auf dem Berge Demerdshi) andererseits unterscheiden. Diese Felsstandorte sind noch



Abb. 312. Roman-Kosch mit Felswänden und Schutthalden vor einem Unwetter. Fundort von *Cerastium biebersteinii* (s. Abb. 313).



Abb. 313. *Cerastium biebersteinii*, das «Krimische Edelweiß» im Grobschutt unterhalb des Gipfels vom Roman-Kosch.

verhältnismäßig unberührte Standorte, weil sie oft weder für den Menschen, noch für die sonst überall hingelangenden Ziegen zugänglich sind.

Bezeichnend für die Kalkfelsen sind außer *Cerastium biebersteinii* (Abb. 312–313), das auch auf die Wiesen übergeht, folgende Arten:

Asplenium ruta-muraria, *A. trichomanes*, *Cystopteris anthriscifolia*, *Alsine glomerata*, *A. hirsuta*, *A. tenuifolia*, *Draba cuspidata*, *Saxifraga irrigua*, *S. tridactylites*, *Sedum acre*, *S. album*, *S. pallidum*, *Amelanchier vulgaris*, *Potentilla verna*, *Rubus saxatilis*, *Anthyllis pulchella*, *Viola altaica-oreades*, *Androsace villosa*, *Veronica gentianoides*.

Außerdem haben sich an schattigen Stellen zwischen den Felsen noch einige Arten der Buchenwälder gehalten, die früher z.T. die Hochflächen bedeckten, z.B. *Arum orientale*, *Potentilla umbrosa*, *Primula officinalis*, *Evonymus verrucosus* usw.

Viel ärmer ist die Vegetation auf den Konglomeratfelsen. Das harte Gestein verwittert viel langsamer als der Kalkfels. Infolgedessen ist auch die Zahl der Felsspalten, in denen die Pflanzen wurzeln können, viel geringer. Auch die chemischen Eigenschaften dieser Felsstandorte sind andere. Alles das hat zur Folge, daß wir hier Arten finden, die sonst auf den Hochflächen nicht vorkommen.

Genannt seien: *Gypsophila glomerata*, *Matthiola odoratissima-taurica*, *Astragalus sphaeranthus* (einziger Standort auf der Krim, sonst nur in Persien, vielleicht auch in Kleinasien), *Salvia grandiflora*, *Scrophularia variegata* ssp. *rupestris*, *Valeriana officinalis*, *Cephalaria coriacea*.

5) Schuttvegetation

Wir verstehen darunter die Pflanzendecke, die auf durch Verwitterung zertrümmertem Ge-

stein wächst. Auf der Hochfläche bleiben diese Gesteinstrümmer am Ort ihrer Entstehung liegen. Geröllhalden fehlen hier ganz. Diese befinden sich am Fuße der Steilwände am Hang.

Die Schuttstandorte entstehen meist dadurch, daß das Vieh die Pflanzendecke durch Tritt vernichtet, so daß die nun nicht mehr durch die Wurzeln zusammengehaltene Feinerde abgeweht wird. Es bleibt dann eine Anhäufung von Steinen verschiedener Größe zurück. Werden solche durch Bodenerosion entstandenen Schuttflächen vor Beweidung geschützt, so wachsen sie mit der Zeit wieder zu, und es bildet sich neue Feinerde. Die Zusammensetzung der Vegetation ist wenig charakteristisch. Wir finden sowohl Arten der Trockenrasen als auch der Felsstandorte; dazu kommen infolge der Beweidung verschiedene Unkräuter. Deshalb können wir davon absehen, hier eine genauere Liste zu bringen.

6) Vegetation der Tümpel

Da die Tümpel auf den Hochflächen die einzigen Stellen sind, wo man das Vieh tränken kann, ist das Wasser in ihnen immer stark verschmutzt, der Boden aufgewühlt und die Färbung deshalb meist schokoladenbraun. Viele Tümpel trocknen im Sommer vollkommen aus. Alles das zusammen mit dem Viehtritt begünstigt die Entwicklung von Wasserpflanzen nicht. Man findet nur vereinzelt *Potamogeton natans*, *Ranunculus trichophyllus* und *Alisma plantago*. Das Plankton der Tümpel wurde nicht untersucht.

7) Westliche Jaila (Bestandsaufnahmen)

Auf der westlichen Jaila hat SIMANSKAJA 1940 26 Bestände auf 100 m² großen Probeflächen



Abb. 314. *Pinus pallasiana* mit starker natürlicher Verjüngung am Südhang des Jaila-Gebirges.



Abb. 315. Südkrim: Blick von etwas oberhalb Aluschta auf den Steilabfall der Demerdshi-Jaila nach Süden.



Abb. 316. Südkrim: Schwarzmeerküste mit dem Lakkolith Aju-Dagh («schlafender Bär») von oberhalb des Nikita-Gartens aufgenommen.

aufgenommen. Wir bringen eine Zusammenfassung der großen Tabelle, indem wir die Arten nach ihrer Stetigkeit (in %) anführen und die auf steinigem Substrat einklammern (zufällige Wald- oder Unkrautarten wurden weggelassen):

- 80–100 %: 2 *Festuca sulcata*, 1 *Bromus riparius* (erectus), (1 *Cerastium biebersteinii* – das Krimedelweiß).
 60–80 %: 2 *Alchemilla jaylae*, (1 *Alsine setacea*), 2 *Carex humilis*, 1 *Helianthemum marifolium* var. *canum*, (2 *Thymus callieri*), + *Galium mollugo*, 1 *Filipendula hexapetala*, (+ *Alopecurus vaginatus*), 1 *Myosotis sylvatica*, (1 *Sedum acre*), (1 *Sideritis taurica*).
 40–60 %: (1 *Helichrysum arenarium*), (1 *Helianthemum chamaecistus*), 1 *Koeleria gracilis*, (1 *Campanula divergens*), (+ *Viola altaica* var. *oreades*), + *Melica ciliata*, (1 *Galium tauricum*), (1 *Antennaria dioica*), + *Galium verum*, + *Calamintha acinos*, + *Androsace villosa*, (1 *Paronychia cephalotes*), 1 *Potentilla rupestris*, 1 *Stachys germanica*, 1 *Onobrychis viciaefolia*, 1 *Teucrium montanum*, 1 *Trifolium ambiguum*, + *Arenaria graminifolia*, + *Prunella vulgaris*.

Von den übrigen nennen wir nur die Steppenarten oder Wiesenarten:

Coronilla varia, *Medicago falcata*, *Anthyllis vulneraria*, *Centaurea seusana*, *Gentiana cruciata*, *Phlomis tuberosa*, *Brachypodium pinnatum*, *Polygonum bistorta*, *Betonica officinalis*, *Fragaria collina*, *Poa bulbosa* v. *vivipara*, *Phlomis pungens*, *Scorzonera crispa*, *Linum squamulosum*, *Heracleum ligustifolium*, *Pimpinella saxifraga*, *Thalictrum minus*, *Crocus biflorus*, *Ajuga genevensis*, *Pedicularis sibthorpii*, *Veronica gentianoides*, *Briza spicata*, *Botrychium lunaria*, *Phleum phleoides*, *Anemone halleri*, *Paeonia tenuifolia*, *Clematis integrifolia*, *Ranunculus dissectus*, *Trifolium alpestre*, *Inula oculus-Christi*.

Von interessanteren Arten auf steinigem Boden seien angeführt:

Saxifraga irrigua, *Hypericum hyssopifolium*, *Sedum hispanicum*, *Teucrium polium*, *T. chamaedrys*, *Pimpinella tragioides*, *Genista albida*, *Thymus tauricus*, *Centaurea declinata*, *Aconitum orientale*, *Arabis albida*, *Bupleurum affine*, *Euphorbia petrophila*, *Helianthemum fumana*, *Allium saxatile*, *Alsine recurva*.

d) Die Südkrim

Wir rechnen dazu den Teil des Südalabfalles mit den Schwarzkiefernwäldern (Abb. 314) und außerdem den Küstenstreifen, der bei Kap Foros im Westen ganz fehlt, bei Jalta schon 4 km breit ist und sich nach Osten bei Aluschta auf 12 km ausweitete. Die Südkrim ist der interessanteste Teil der Halbinsel und fällt ganz aus dem Rahmen der in Osteuropa üblichen Vegetation (Abb. 315–316).

Tab. 25: Niederschlagsverteilung nach Jahreszeiten in mm und in vH des Jahresniederschlages

Ort	Meeres- höhe	Jahres- nieder- schlag *	Winter		Frühjahr		Sommer		Herbst	
	m NN	mm	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
Sewastopol	23	387	99	25,6	77	19,9	93	24,1	118	30,4
Foros	13	381	136	35,7	101	26,5	64	16,8	80	21,0
Simeis	—	579	201	34,7	125	21,6	113	19,5	140	24,2
Liwadia	116	666	257	38,6	117	17,6	120	18,0	172	25,8
Jalta	5	545	186	34,1	103	18,9	114	20,9	142	26,0
Magaratsch	75	538	172	32,0	105	19,5	116	21,6	145	26,9
Gursuf	—	528	176	33,3	112	21,2	103	19,5	137	25,9
Aluschtsa	25	418	119	28,5	78	18,7	100	23,9	121	28,9
Kapsichor	—	296	85	28,7	71	24,0	72	24,3	68	23,0
Sudak	15	295	72	24,4	63	21,4	91	30,8	69	23,4
Feodossia	5	399	84	21,0	83	20,8	132	33,2	100	25,0
Kertsch	—	399	84	21,0	83	20,8	141	35,2	91	23,0

* Die Werte, die SCHMIDT (Bull. Nikita Nr. 8, 1931) anführt, weichen etwas von denjenigen dieser Tabelle ab.

maximum, das bereits in den Sommer fällt. Dieser Ort und die weiter östlich liegenden Teile der Küste gehören somit nicht mehr zu dem Winterregengebiet der Südkrim, was sich auch in der Flora bemerkbar macht. Gegenüber Orten der Riviera, wie Genua und Nizza oder auch Dubrownik an der Adria, sind die Winter auf der Krim bedeutend kälter und niederschlagsärmer. Die Bezeichnung der Südkrim als «Russische Riviera» ist deshalb nur relativ zu verstehen. Man könnte die Temperaturverhältnisse eher mit denen an den Oberitalienischen Seen vergleichen. Die *Citrus*-Arten halten auf der Südkrim nicht durch, nur die Wildform *Citrus trifoliata* findet man im bekannten Nikita-Garten bei Jalta.

Von eu-mediterranen Geoelementen kann man für die Südkrim in Höhenlagen unter 300 m NN angeben: *Arbutus andrachne* (nur wenige Exemplare, Abb. 317), *Cistus tauricus* (nahe *C. creticus*, Abb. 318), *Jasminum fruticans*, *Ruscus ponticus* (*aculeatus* s.l.), *Rhus coriaria*, *Pistacia mutica*, *Cercis siliquastrum*, *Colutea cilicica* (Abb. 319), *Paliurus spina-Christi*, *Cotinus coggygria* (Abb. 320), wobei die letzten 5 Arten schon zu den submediterranen tendieren¹.

Immergrüne Eichen fehlen, an ihrer Stelle kommt die submediterrane *Quercus pubescens* zusammen mit dem kälteresistenten Baumwacholder *Juniperus excelsa* (mit dem Parasiten *Arceuthobium oxycedri*) vor. Der Wacholder ist durchaus nicht auf die wärmsten Lagen be-



Abb. 317. Südkrim: Großer *Arbutus andrachne*-Baum im Naturschutzgebiet des Nikita-Gartens.

¹ Diese mediterranen Arten auf der Südkrim sind nach PARAMONOV (Ann. Hist.-Nat. Musei Hungarici 27. P. Zosl. 131–151, 1944, deutsch) nicht als Tertiärrelikte zu betrachten, sondern erst in der postglazialen Wärmezeit über die Balkanhalbinsel eingewandert, als auch dort nach Holzkohlenfunden in neolithischen Siedlungen selbst immergrüne Eichen bis über die Donau nach Norden verbreitet waren. Sie sind jedoch dort, als die Winter wieder kälter wurden, verschwunden, während sich auf der Krim gewisse mediterrane Geoelemente halten konnten. Die Landverbindung der Krim nach Osten war zeitweise viel besser. Eine gewisse Einwanderung könnte auch vom Kaukasus aus erfolgt sein; das gilt z.B. für die anemochore *Pinus stanekiewiczii* (s. unten).

schränkt, sondern geht über sie sogar auf Nordhänge hinaus, zusammen mit *Anemone halleri* oder *Asphodeline taurica*. Mediterrane krautige Elemente sind: *Euphorbia rigida* (biglandulosa), *Limodorum abortivum*, *Coronilla scorpioides*, *Ononis columnae*, *Psoralea bituminosa*, *Stipa aristella*.

Zu nennen wäre noch ein Standort bei Sudak von *Pinus stankewiczi*, die fast identisch mit der kaukasischen *P. pithyusa* bei Pizunda ist und als Abart der in Anatolien in der mediterranen Stufe weit verbreiteten *Pinus brutia* betrachtet werden kann. *Pinus brutia* steht *P. halepensis* nahe. Sonst fehlen bei Sudak die mediterranen Arten ganz, statt dessen treten neue Arten auf, die der westlichen Südkrim fehlen, wie *Artemisia maritima*, *Roemeria hybrida*, *Hordeum crinitum*, *Peganum harmala*. Auch die ruderales Flora ändert sich zwischen Aluschtsa und Sudak stark, d. h. daß der Klimaänderung auch eine Änderung der Flora entspricht.

Die Strandvegetation der westlichen Südkrim enthält ebenfalls mediterrane Elemente, wie *Glaucium flavum*, *Capparis herbacea*, *Zygophyllum fabago*, *Ecballium elaterium*, *Heliotropium europaeum* und an nassen Stellen *Vitex agnus-castus*, *Apocynum venetum* und *Tamarix tetrandra* sowie *T. hohenackeri*.

Für die *Juniperus excelsa*-Gehölze liegen 26 Bestandesaufnahmen von SIMANSKAJA vor.

Wir greifen von diesen drei sehr ähnliche für die wärmsten Lagen an Südhängen auf Terra rossa typische Bestände heraus und vereinigen sie zu einer Liste:

Holzpflanzen: 2–3 *Juniperus excelsa*, + *J. oxycedrus*, + *Quercus pubescens*, 1 *Spiraea hypericifolia*, + *Pyracantha coccinea*, + *Cotoneaster nummularia*, 1 *Cotinus coggygria*, 1 *Paliurus spina-Christi*, + *Prunus spinosa*, + *Amygdalus nana*, 1 *Jasminum fruticans*.

Kräuter: (z. T. mit Stetigkeit II): + *Briza spicata*, 2 *Festuca sulcata*, 1 *Melica ciliata*, 1 *Andropogon ischaemum*, 1 *Carex humilis*, 1 *Teucrium polium*, 1 *Convolvulus cantabricus*, 1 *Euphorbia myrsinites*, 2 *Sedum hispanicum*, 1 *Inula oculus-Christi*, + *Salvia grandiflora*, + *Alyssum minimum*, 1 *Paeonia tenuifolia*, + *Leontodon biscutellifolius*, + *Hypericum perforatum*, 1 *Thymus callieri*, + *Euphorbia graeca*, *Galium mollugo* var., 1 *Salvia aethiopis*, 1 *Asphodeline taurica*, 1 *Teucrium chamaedrys*, 1 *Iberis taurica*, 1 *Filipendula hexapetala*, + *Dictamnus albus*, 1 *Iris pumila*, 1 *Dorycnium herbaceum*, + *Stachys germanica*, 1 *Poa bulbosa* var. *vivipara*, + *Lathyrus aphaca*, + *Muscari comosum* und einige Unkräuter in diesen stets sehr gestörten Beständen.

Besonders häufig ist in tieferen Lagen *Stipa aristella*; zu ergänzen wäre auch *Asparagus verticilla-*



Abb. 318. Südkrim: Submediterrane Vegetation mit *Quercus pubescens*, *Juniperus oxycedrus* und in der Mitte *Cistus tauricus* in Frucht sowie *Stipa aristella* (Naturschutzgebiet im Nikita-Garten).

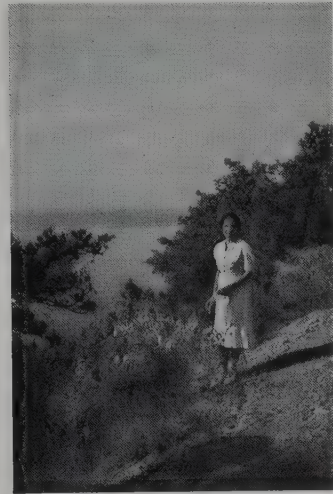


Abb. 319. *Juniperus excelsa* im Hintergrund, links von der Botanikerin Simanskaja *Colutea cilicica* (aff. *arborescens*) in Frucht.



Abb. 320. *Cotinus coggygria* fruchtend an einer Steilwand im Naturschutzgebiet des Nikita-Gartens.

mit holzigen Stengeln und der immergrüne *Ruscus aculeatus* (*ponticus*).

Durch den steigenden Kurort- und Touristenbetrieb wird diese Vegetation immer mehr vernichtet. Ein kleines Naturschutzgebiet befindet sich innerhalb des Nikita-Gartens mit einem alten *Arbutus andrachne*-Exemplar (Abb. 317). Auch *Juniperus excelsa* wird immer seltener, an seine Stelle treten *Quercus pubescens* und *Carpinus orientalis*.

Steigt man am Südhang höher hinauf, so werden *Juniperus excelsa* und *Pistacia mutica* durch die Schwarzkiefer (*Pinus pallasiana*), einen sehr stattlichen Baum, abgelöst (Abb. 314). Die Wälder stocken auf braunen basengesättigten Böden.

Für einen Bestand in 450–500 m NN werden angegeben:

Obere Baumschicht:

Pinus pallasiana (aus der *nigra*-Gruppe)

Untere Baumschicht:

Quercus pubescens, *Acer campestre*, *Carpinus orientalis*, *Sorbus domestica*, *Cornus mas* (auch *Fraxinus oxycarpa*)

Strauchschicht:

Juniperus oxycedrus, *Cotinus coggygria* (auch *Coronilla emeroides*), *Mespilus germanica*, *Amelanchier vulgaris*, *Clematis vitalba*

Krautschicht:

Carex halleriana, *Clinopodium vulgare*, *Dorycnium herbaceum*, *Geranium sanguineum*, *Helianthemum chamaecistus*, *Jurinea arachnoides*, *Luzula forsteri*, *Polygala major*, *Sanguisorba minor*, *Siler trilobum* u. a.

Noch einige 100 m höher beginnen schon in der Krautschicht Laubwalddpflanzen aufzutreten und sehr bald kommt auch die Buche hinzu.

Die Höhenstufe mit *Pinus* entspricht der ariden mediterranen Höhenstufenfolge, aber die starke Beimischung von laubabwerfenden Baum- und Straucharten und das Auftreten der Buche über der Schwarzkieferstufe bedeutet eine Annäherung an die humide Höhenstufenfolge.

4. Das Kaukasische Gebiet

a) Allgemeine Übersicht

Die Kaukasusländer liegen zwischen dem Schwarzen Meer und dem Kaspischen Meer. Zu ihnen gehören: 1. der Vordere Kaukasus, 2. das

Bergland des Großen Kaukasus, 3. das Bergland des Kleinen Kaukasus mit den vulkanischen Hochebenen und 4. die den Kleinen vom Großen Kaukasus trennenden Niederungen (Abb. 321).

Der Vordere Kaukasus reicht nach Norden bis zur Manytsch-Senke (—28 bis 50 m NN) und besteht aus der Asow-Kubanschen Niederung (100–200 m) mit der transkubanischen Ebene im Westen, dem Stawropol-Plateau (500–800 m NN) im mittleren Teil und der Kuma-Terek-Niederung (—28 bis 150 m) im Osten. Südlich von der letzteren erstrecken sich zwei Vorgebirgrücken, der Terskische und der Kabardino-Sunshensche (500–900 m NN), die vom Hauptbergland durch die Ossetische, Tschetschensche und Kabardinsche Ebene getrennt werden. Das Stawropol-Plateau fällt im Süden zu einer Längssenke vor der Hochebene des Berglandes ab; aus dieser Ebene ragen um Pjatigorsk einzelne 700–1400 m NN hohe Inselberge (Lakkolithen), wie z. B. der Beschtai (Abb. 332), heraus.

Der Große Kaukasus hat mit seinem Hauptkamm, der zugleich die Wasserscheide bildet, eine Länge von 1500 km und reicht von der Tamanhalbinsel (Anapa) im Westen bis zur Apscheron-Halbinsel (Baku) im Osten. Das ganze Gebiet südlich vom Hauptkamm wird als Transkaukasien (Sakawkasje) bezeichnet. Nördlich vom Hauptkamm verläuft parallel zu ihm ein zweiter Kamm mit dem höchsten Gipfel, dem erloschenen Vulkan *Elbrus* (5633 m) und dem markantesten Gipfel *Kasbek* (5044 m). Dieser Kamm wird im Westen bis zum *Elbrus* als Vorderer (Peredowoj) und weiter im Osten als Seitlicher (Bokowoj) bezeichnet. Zwischen diesen Kämmen und dem Hauptkamm liegen eine Reihe von tiefen Längsbecken. Quertäler fehlen dem Kaukasus ganz. Deshalb verbindet den Süden mit dem Norden nur eine befahrbare Straße, die Grusinische Heerstraße, von Tbilisi (Tiflis) das Aragwa-Tal aufwärts und über den Kreuzpaß (2380 m NN) herüber in das Terek-Tal am Fuße des Kasbeck und durch die berühmte Darjalschlucht abwärts. Ein zweiter Saumtierpfad führt von Suchumi das Kodor-Tal aufwärts über den Kluchorpaß (2816 m NN) zum Kuban-Nebenfluß Teberda und dann abwärts.

Man teilt den Großen Kaukasus in drei Abschnitte: den Westlichen Kaukasus bis zum *Elbrus*, den Zentralen Kaukasus zwischen *Elbrus* und *Kasbek* und den Östlichen Kaukasus vom

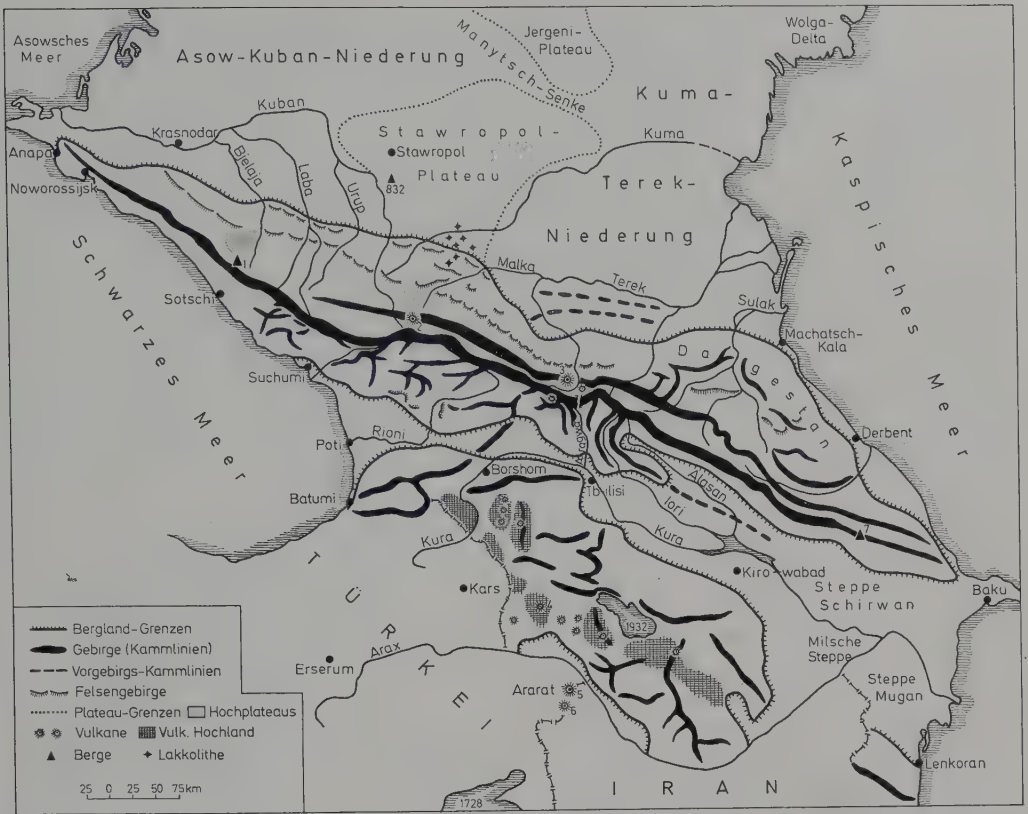


Abb. 321. Übersichtskarte von Kaukasien mit den Kamm-Linien vom Großen sowie Kleinen Kaukasus und (gestrichelt) von den Vorgebirgen. Einzelne Zahlen = markante Gipfel: 1 = Fischt (2852 m), 2 = Elbrus (5633 m), 3 = Kasbek (5044 m), 4 = Aragaz (4090 m), 5 = Großer Ararat (5156 m), 6 = Kleiner Ararat, 7 = Babadagh (3637 m). Sonstige Zahlen sind Höhenangaben in m NN. Das Suramgebirge liegt nördl. von Borshom. Hochplateaus = fein punktiert. Weitere Erläuterungen im Text.

Kasbek, bzw. dem Kreuzpaß bis zum Kaspischen Meer. Häufig wird der erste und letzte Abschnitt nochmals in zwei weitere unterteilt: der Westliche in die niedrigen Schwarzmeer- oder Pontischen Ketten bis zum Gipfel Fischt (2852 m) und die Abchasischen Gebirgsrücken vom Fischt bis zum Kluchorpaß (Elbrus), ebenso auch der Östliche Kaukasus in einen westlichen Abschnitt, dem das wilde *Dagestan-Gebirgsland* vorgelagert ist, bis zum Samur-Fluß und einen zweiten Abschnitt, den Kaspischen, etwa vom Babadagh (3637), und dann rasch an Höhe abnehmend, bis zum Kaspischen Meer.

Längs des ganzen Nordhanges des Westlichen und Zentralen Kaukasus verläuft noch das als Schichtstufe ausgebildete *Felsengebirge* (Skalistyj Chrebet), das eine Höhe von 1200–2000 (3610) m erreicht und im Osten am Argun aufhört. Von

den Hauptkämmen wird dieses plateauartige Felsengebirge durch die nördliche Juradepression abgetrennt, wobei letztere im Bereich des Fischt durch ein 1200–1800 m hohes Hochplateau und am Fuß des Elbrus durch ein weiteres 2000–2200 m hohes unterbrochen wird.

Der *Kleine Kaukasus* ist mit dem Großen durch das *Suram-Gebirge* verbunden. Dieser Gebirgsrücken trennt zugleich die Niederungen zwischen dem Großen und Kleinen Kaukasus in die westliche *Kolchische* oder *Rioni-Niederung* und die östliche *Kura-Niederung*; er ist auch eine wichtige Klimascheide. Nördlich von der Kura-niederung verläuft zwischen dem Südhang des Großen Kaukasus und dem niedrigen, der Kura-Niederung vorgelagerten Höhenrücken das langgestreckte *Alasan-Becken*.

Der Verlauf der Gebirgszüge im Kleinen

Kaukasus ist sehr unregelmäßig. Wir greifen die wichtigsten heraus: im Westen die *Adsharo-Imeretinischen* und *Trialetischen* Gebirgsrücken, im Osten den *Schachdag* sowie die *Karabachschen* und *Sangesurschen* Gebirgsrücken und ganz im Osten durch eine Senke getrennt das Gebirge *Talysch*, das mit einer Verwerfung steil zur *Lenkoran-Niederung* abfällt. Diese Gebirge bilden einen Bogen um das den größten Teil des Kleinen Kaukasus einnehmende vulkanische Plateau im Süden mit vielen erloschenen Vulkankegeln. Von diesen sind zu nennen der *Aragaz* (4090 m) und auch der *Ararat* (5156 m NN), der schon südlich vom Grenzfluß *Arax* liegt. Der westliche Teil des Hochlands gehört noch zu Grusinien (Georgien), der östliche zu Armenien. In diese vulkanische Hochebene sind einzelne Becken eingesenkt, von denen eines durch den *Sewan-See* (1932 m NN) fast ganz ausgefüllt wird. Das große *Araratecken* greift über den canyonartig in dasselbe eingeschnittenen *Arax-Fluß* weit nach Süden hinaus, wie überhaupt das ganze Hochland schon mehr ein Teil von Vorderasien ist. Die Kenntnis dieser komplizierten orographischen Gliederung Kaukasiens ist notwendig, um die klimatischen Verhältnisse und damit auch die Vegetationsgliederung zu verstehen. Vgl. dazu den Sammelband «Kawkas» (Herausgeber I.P. GERASIMOV, 1966) und die kurze Übersicht in deutscher Sprache von I. HENNING, 1972.

Die allgemeinen klimatischen Verhältnisse schildert I. HENNING auf Seite 183/184 folgendermaßen: «Der Kaukasus bildet eine Klimascheide erster Ordnung. Er trennt das außertropische vom subtropischen Zonenklima: Nordkaukasien gehört der Klimazone des temperierten Zyklonalklimas, Transkaukasien der des Kernpassatwechselklimas mit winterlicher Zyklonalwitterung an. Die Grenzlinie (mittlere

Lage der randtropischen Hochdruckachse im Juli) folgt allerdings nicht streng dem Hauptkamm des Gebirges, sondern zieht im Osten durch Dagestan; der Kaspische Kaukasus gehört bereits zu den Subtropen. Mit der Westdrift gelangen verschiedene maritime Luftmassen nach Kaukasien, deren Feuchtigkeit hauptsächlich dem westlichen Kaukasus, den südlichen Abhängen und den Höhenregionen des zentralen Kaukasus sowie dem Nordwestrand des Armenischen Gebirgslandes zugute kommt. Das von Süden nach Norden von 950 m auf 2000 m ansteigende Suramgebirge scheidet das immerfeuchte Einzugsgebiet des Rion von dem des sommertrockenen der mittleren und unteren Kura. Batumi mit mittleren Jahresniederschlägen von 2465 mm und Baku mit solchen von 206 mm sind die sich hier extrem gegenüberstehenden Küstenstationen. Die Sommerregen, die im Riongebiet den mediterranen Niederschlagsgang Transkaukasiens überlagern, sind Steigungsregen, die innerhalb der mit den allgemein vorherrschenden Winden aus westlichen Richtungen herangeführten feuchten Luftmassen und infolge der bei ungestörten Wetterlagen stattfindenden Ausbildung von Hang- sowie Land-Seewind-Zirkulationen und deren Kombination auftreten. Die Erhöhung der Niederschlagsmenge in den anderen Jahreszeiten erfolgt darüber hinaus durch Intensivierung der Zyklonen und Verringerung ihrer Zuggeschwindigkeit durch die hohen Gebirgsbarrieren und auch durch das winterliche eurasiatische Hochdruckgebiet. Am Südrand dieses Hochs gelangen aus Südsibirien über das zu dieser Zeit zugefrorene nördliche Kaspische Meer wenig modifizierte trockene kontinentale Kaltluftmassen nach Nordkaukasien. Sie bedingen das winterliche Niederschlagsminimum dieses Raumes. Der Kaukasus erschwert ihnen das Vordringen

Abb. 322 (oben). Niederschlagskarte Kaukasiens.

Abb. 323 (unten). Vegetationstypen Kaukasiens (aus I. HENNING). **I** Hochgebirgsvegetation: 1 des Großen Kaukasus, 2 des Kleinen Kaukasus; **II** Gebirgswälder: 1 der Kolchis, 2 des hyrkanischen Gebiets (a in der Lenkoran-Niederung, b im Talysch-Gebirge), 3 des östlichen Transkaukasiens, 4 des nördlichen Kaukasiens (a im Vorderen Kaukasus, b der Gebirge im NW-Kaukasus und c im Zentral-Kaukasus), 5 des östlichen Kaukasus; **III** Hartlaubvegetation mit mediterranem Charakter; **IV** Semiaride kaukasische und vorderasiatische Vegetation der Vorberge und Gebirge: 1 Südkaukasiens (a in Dshacheto-Armenien, b am Arax, c im Suwand-Gebirge), 2 im Kura-Gebiet, 3 im Dagestan (a der Vorgebirge, b der Kalkgebirge); **V** Steppenvegetation Osteuropas im westlichen Vorderen Kaukasus; **VI** Halbwüsten- und Wüstenvegetation mit mittelasiatischem Charakter: 1 des östlichen Vorderen Kaukasus, 2 der Kura-Arax-Niederung. Grenzlinien: a der Gebiete, b der Provinzen und c der Unterprovinzen. Die schwarzen Dreiecke geben die Lage von Elbrus, Kasbek und Aragaz an.

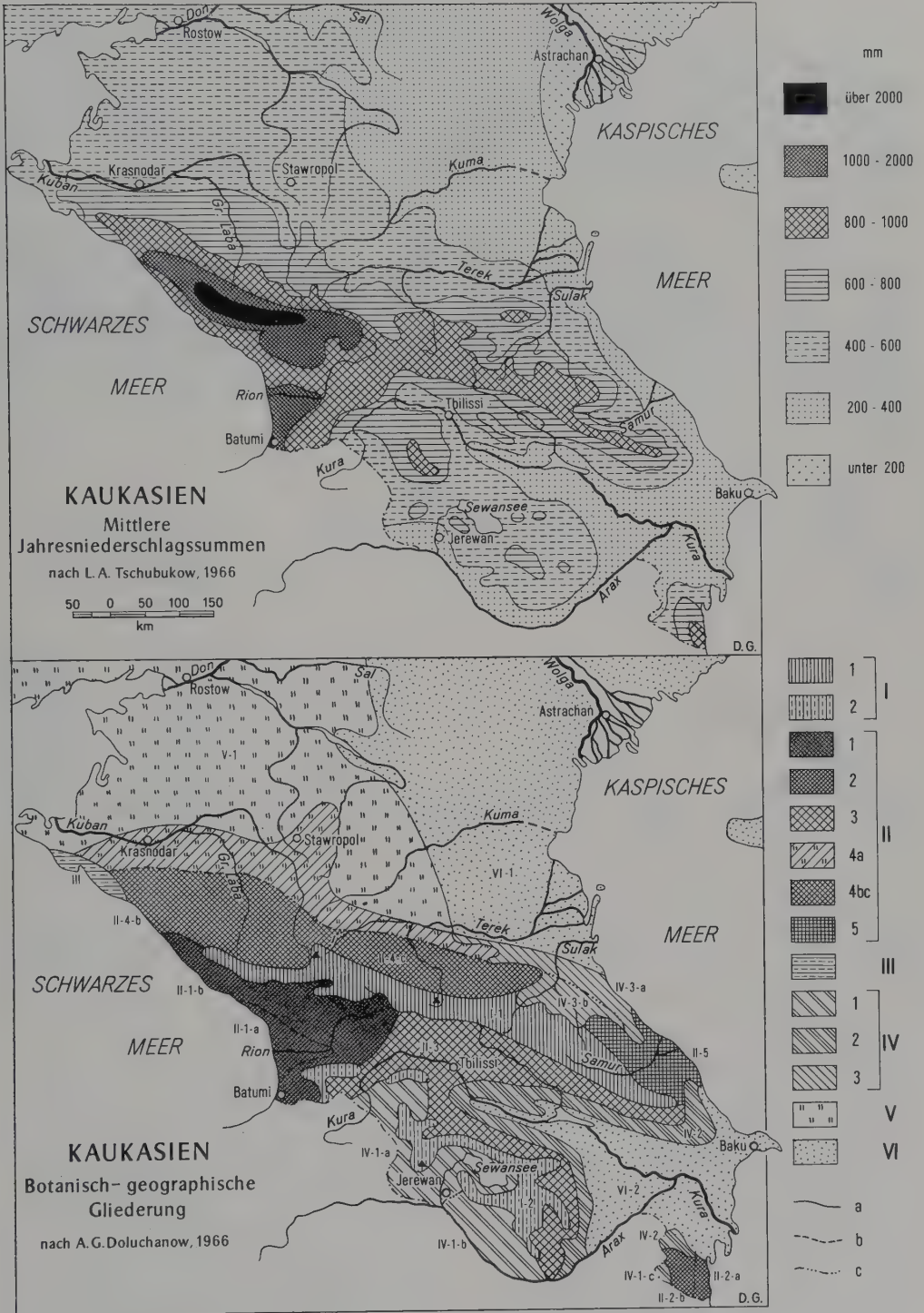


Abb. 322 und Abb. 323 (aus I. HENNING, 1972).

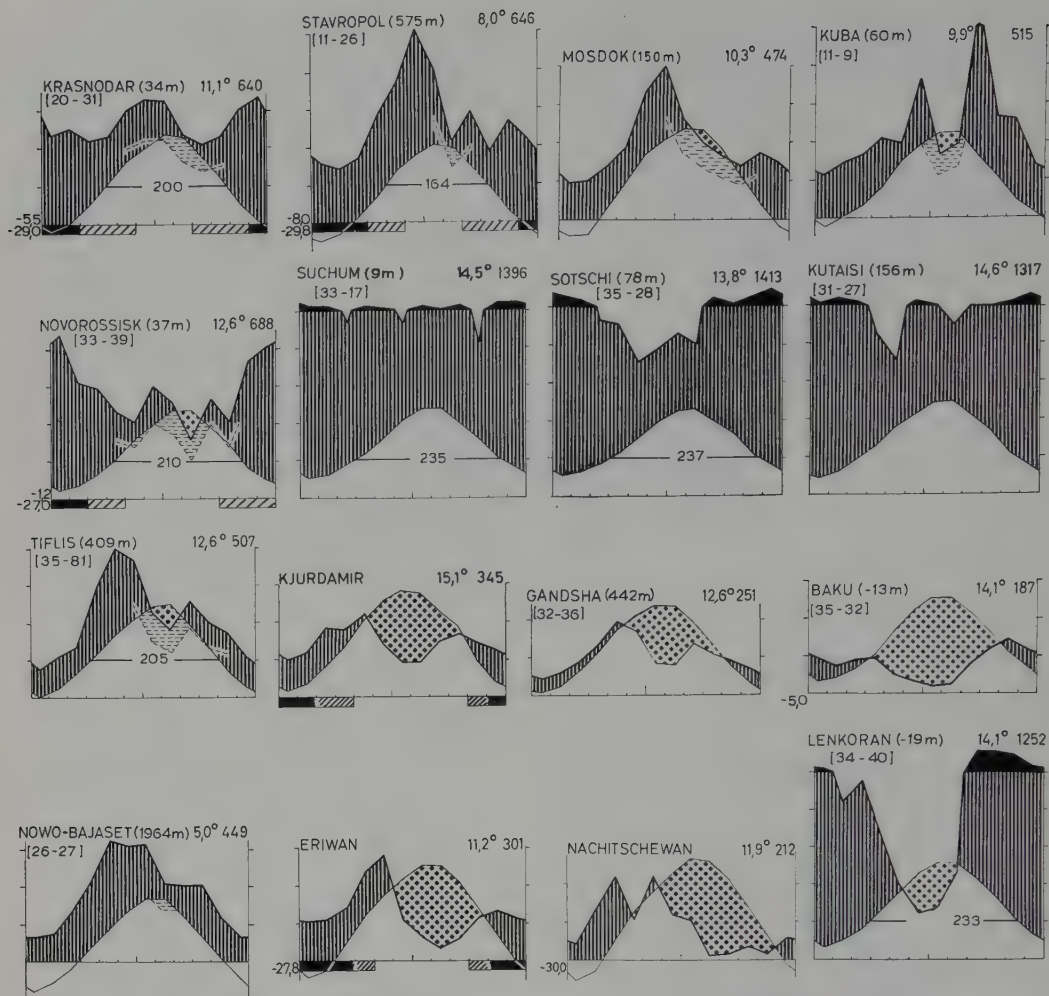


Abb. 324. Klimadiagramme aus verschiedenen Teilen Kaukasiens: Erste Reihe: Nördlich vom Großen Kaukasus (bei Kuba leichte Sommerdürre). Zweite Reihe: Westliches Transkaukasien (Novorossijsk mit Winterregen und leichter Sommerdürre, sonst humide Rion-Niederung). Dritte Reihe: Östliches Transkaukasien (Tiflis kalt-mediterran, sonst wüstenhaft). Vierte Reihe: Kleiner Kaukasus mit Hocharmenien und milder, feuchter Lenkoran-Niederung. Eriwan liegt in 984 m NN.

nach Süden: sie können die Gebirgsbarriere nur randlich umströmen oder gelangen örtlich als Föhn nach Transkaukasien. Luftmassen, die weiter südlich aus östlichen Richtungen nach Kaukasien einströmen, sind stärker modifiziert und insbesondere auch mit Feuchtigkeit vom Kaspischen Meer angereichert. In ihrem Bereich kommt es an den Hängen des Kaspischen Kaukasus und des Talysch zu Steigungsniederschlägen, und bei ihrem Zusammentreffen mit wärmeren Luftmassen aus Westen oder Süden bilden sich Zyklonen, wofür besonders der südkaspi-

sche Raum bekannt ist. Die Zyklogenese wird hier durch den quasistationären osteuropäischen Höhentrog begünstigt. Von Süden strömen trockene kontinentale Tropikluftmassen hauptsächlich nach Osttranskaukasien ein. Ihre relative Luftfeuchtigkeit sinkt beim Abstieg vom Armenisch-Iranischen Hochland in das untere Kura-Arax-Gebiet weiter ab. Im Winter gelangen die sich auf dem Armenischen Hochland ansammelnden Kaltluftmassen ebenfalls als Föhn in die transkaukasischen Tieflandsgebiete. Ausdruck für die Unterschiedlichkeit der verschie-

denen Luftmassen sind besonders die Mitteltemperaturen des kältesten Monats: in Nordkaukasien liegen sie um 5° unter denen vergleichbarer Stationen Transkaukasiens.»

Die klimatischen Gegensätze sind somit in den einzelnen Teilen des Kaukasus sehr groß. Das geht schon aus der Niederschlagskarte hervor (Abb. 322).

Im Norden reicht die Steppenzone bis an den Fuß des Gebirges, wobei es sich im Osten schon um die Übergangszone zu der Halbwüste handelt (Abb. 323). Der Südhang erhält im Bereich des Rion-Einzugsgebietes sehr hohe Niederschläge bei einem in tiefen Lagen sehr warmen Klima (Januartemperatur in Poti +5,1° C). Demgegenüber ist der östliche zur Kura abfallende Teil trockener und trägt im unteren Kuralauf fast wüstenhafte Züge, im Gegensatz zur Kolchis, dem Dreieck zwischen Schwarzem

Meer von Suchumi bis Batumi und zu dem Suram-Paß mit humidem fast subtropischem Charakter (Teeanbau). Ein mediterranes Klima weist der Küstenstreifen südlich von Noworossijsk bis zum Kap Pizunda auf. Auch Tbilisi (Tiflis) hat ein Regenmaximum im Frühjahr mit Sommerdürre, aber ein Januarmittel von nur 0,9° C. Diese großen Klimaunterschiede zeigen die Klimadiagramme auf Abb. 324 sehr deutlich.

Dazu kommen die Unterschiede, die durch die verschiedene Höhenlage von unter Meeresniveau bis über 5000 m NN bedingt werden. Der Temperatur-Höhengradient ist im humiden Westen 0,5°, im ariden Osten dagegen 0,7° C. Über die Niederschläge in Abhängigkeit von der Höhe im Gebirge gibt folgende Tabelle mit Stationen nördlich vom Kreuzpaß und südlich von diesem Auskunft (vgl. auch Abb. 325).

Tab. 26: Jahresniederschläge von Stationen in verschiedener Höhenlage längs der Grusinischen Heerstraße

	Stationen	Höhe in m NN	Niederschlag mm
Nordhang:	1. Ordshonikidse	679	821
	2. Kobi	1987	1192
Paßhöhe:	Kreuzpaß	2380	1693
Südhang:	1. Gudauri	2204	1477
	2. Mleti	1470	1350
	3. Passanauri	1104	964
	4. Ananuri	1000	755
	5. Duscheti	905	650
	6. Mzcheta	464	568
	7. Tbilisi	450	510

Über 2500 m NN nehmen beim Hauptkamm die Niederschläge wieder ab; so registrierte die obere Station am Kasbek nur 1074 mm. Am westlichen Fuß des Kleinen Kaukasus wurden 2032 mm gemessen, in 2005 m NN nur noch 1406 mm; das Niederschlagsmaximum liegt also dort sogar in einer Höhe unter 2000 m. Doch muß berücksichtigt werden, daß beim Nachprüfen der Totalisatorenmessungen durch Schneeablagerung auf ebenen Gletscherflächen im Großglockner-Gebiet in den Alpen festgestellt wurde, daß der Totalisator im Mittel nur 60–88% des tatsächlichen Niederschlags anzeigte. Die Feststellung des Niederschlagsmaximums in Gebirgen ist deshalb sehr unsicher.

Bestimmte Gebirgskämme im Kaukasus sind sehr scharfe Klimascheiden. Das gilt nicht nur

für den Hauptkamm, der die kalten Nordostwinde im Winter vom westlichen Transkaukasien abhält (Januartemperatur nördlich vom Hauptkamm = –5°, südlich dagegen = +5° C), sondern auch für den Suram-Gebirgsrücken, der den großen Kaukasus mit dem Kleinen verbindet; er trennt das extrem humide kolchische Gebiet von der ariden Kura-Arax-Niederung (vgl. das Klimadiagramm-Profil: Suchum-Kutaisi-Borshom-Tiflis-Gandscha-Baku im Klimadiagramm-Weltatlas 1, 10, Blatt 7).

Föhnwinde spielen im Kaukasus ebenfalls eine wichtige Rolle. Sehr trocken sind innere Gebirgstäler, z.B. die des Inneren Dagestan, wo selbst in höheren Gebirgslagen nur 500 mm gemessen wurden.

Im Kaukasus sind somit fast alle Klimatypen

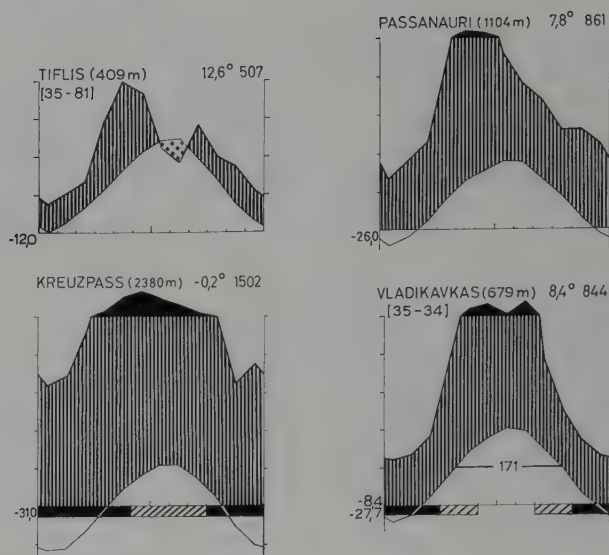


Abb. 325. Klimadiagramme längs der Grusinischen Heerstraße von Süden über den Kreuzpaß nach Norden. Vladikavkas = Ordshonikidse.

des Außertropengebietes vertreten, was eine große Mannigfaltigkeit der Vegetation zur Folge hat (Abb. 323). Dasselbe gilt auch hinsichtlich der Bodentypen.

Über die Vegetation des Kaukasus gibt es in deutscher Sprache das klassische Werk von RADDE (1899) und die Übersetzung der Erläuterungen zur Vegetationskarte von Transkaukasien von GROSZHEIM (1930). Eine Reisebeschreibung der Schweizer Expedition 1912 hat RIKLI (1914) herausgegeben, in der insbesondere die Überquerung des westlichen Hauptkammes von Suchumi nach Kislowodsk auf dem Saumpfad über den Kluchorpaß (2816m NN) sehr lebendig geschildert wird. Eine kurze anschauliche Beschreibung der dreidimensionalen Vegetationsanordnung aus geographischer Sicht bringt HENNING (1972a). Wir stützen uns hauptsächlich auf die Monographien in russischer Sprache von GULISSASCHVILI (1964), PRILIPKO (1970) und MACHATADSE (1957).

b) Die Vegetation des Vorderen Kaukasus (Abb. 323, V und VI-1)

Südlich von der Manytsch-Kuma-Senke nimmt im Vorland des Gebirges die Aridität von Westen nach Osten zu (Abb. 326); man findet Federgrassteppen, Wermut-Federgrassteppen und Wermut-Halbwüsten. Sehr große Flächen entfallen auf die Auen- und Bruchwaldvegetation im Deltagebiet der Flußläufe; das gilt insbesondere für den Kuban, der vor der Taman-Halbinsel mit seinen Flußarmen, Altwässern und Auen mehrere Tausend km² bedeckt (Abb. 327). Alle für den Ackerbau geeigneten Flächen sind in dem Steppengebiet bebaut, die trockeneren dienen als Weide für große Schafherden (Abb. 328-330).

Krasnodar hat nur eine Trockenzeit, die bei Stawropol fast fehlt (Abb. 324), und liegt in der Waldsteppe, Stawropol dagegen an der Waldgrenze (Abb. 331).

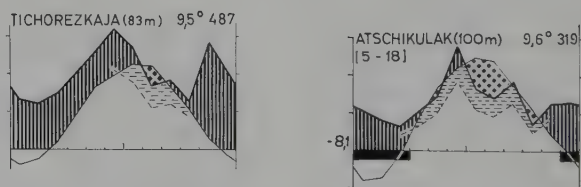


Abb. 326. Klimadiagramme aus dem Steppengebiet des westlichen Vorkaukasus (Tichorezkaja) und aus dem Halbwüstengebiet im Osten (Atschikulak).



Abb. 327. Im Kuban-Mündungsgebiet: Röhricht aus *Typha latifolia*, *T. angustifolia* und *Phragmites communis*; *Nymphoides* (*Limnanthemum*) *peltata* in Blüte (Foto V.N.PAVLOV, Univ. Moskau).



Abb. 328. Steppe auf den Ausläufern der Jergeni-Höhen im Vorkaukasus: Vorne Sträucher von *Spiraea hypericifolia* am oberen Schluchtrand, in der tiefen Schlucht einige Bäume (*Quercus*, *Ulmus*, *Fraxinus*). Foto Geobot. Inst., Stift. Rübel, Zürich.

Die Böden sind im westlichen Teil Schwarzerden, im östlichen Kastanienerden. Der Humusgehalt ist bei ersteren 5,4% und die Kalkaugen beginnen in 120 cm Tiefe, bei letzteren 2,45% mit Kalkaugen in 50 cm (Aufbrausungshorizont in 40 cm).

Die ursprünglichen Steppen bestanden im Westen aus *Stipa stenophylla*, *S. capillata*, *S. lessingiana* sowie *Festuca sulcata* und *Koeleria gracilis*; dazu kamen viele Kräuter wie *Paeonia tenuifolia*, *Adonis vernalis*, *Filipendula hexapetala* u.a. Im Osten spielt *Poa bulbosa*



Abb. 329. *Artemisia*-Halbwüste östl. von den Jergeni-Höhen (Foto Geobot. Inst., Stift. Rübel, Zürich).

mit *Agropyrum cristatum* eine größere Rolle; außer *Stipa lessingiana* kommen *S. sareptana* sowie *Artemisia taurica* vor, es tritt auch *Kochia prostrata* auf. Ganz im Osten in der Halbwüste überwiegt *Festuca sulcata* über *Stipa*, und Halophyten (*Suaeda dendroides*, *S. microphylla*) wie auch *Alhagi pseudalhagi* u.a. gewinnen an Bedeutung. Am Ufer des Kaspischen Meeres sind Sandsteppen mit *Artemisia* verbreitet.

Mit der Annäherung an das Gebirge nehmen die Niederschläge zu, die Aridität wird geringer; deshalb herrscht am Fuß des Gebirges eine



Abb. 330. Nordkaukasus: Große Senke südlich vom Stawropol-Plateau mit Steppenvegetation und abflußlosem See (Foto H.WALTER).



Abb. 332. Nordkaukasus: Der Lakkolith Beschtsau («Fünf Gipfel») bei Pjatigorsk mit Waldresten (Foto H.WALTER).



Abb. 331. Erodierter Hang des Stawropol-Plateaus mit Resten von Eichenwäldern und vereinzelt *Fagus orientalis* (Foto H.WALTER).



Abb. 333. Blick vom Berg Maschuk über Pjatigorsk nach Süden auf die Hauptkette mit den Firnflächen und dem darüber hinausragenden Elbrus (5633 m NN). Davor Hochfläche (etwa 2000 m NN) und einige Steilstufen, links 2 Lakkolithe (Foto H.WALTER).

krautreiche Federgrassteppe und auf den ersten Anhöhen in 500–600 m NN vom Asowschen Meer bis Grosnyj im Osten die Waldsteppe vor. Zu dieser Waldsteppe gehört auch das Gebiet um Krasnodar, Pjatigorsk und Kislowodsk sowie der größte Teil der Stawropol-Höhen (Abb. 323, II–4a). Die Waldbestände sind dabei mehr an die Nordhänge mit grauen, leicht podsolierten Böden gebunden, während die Steppenbestände auf Schwarzerden die Eu-Klimatope einnehmen. Heute sind allerdings nur sehr geringe Reste der ursprünglichen Vegetation übrig geblieben. Es waren früher Wiesensteppen mit *Stipa stenophylla* und *S. ioannis* oder auch *Stipa pulcherrima* mit *Carex humilis*. Dazu kamen in verschiedener Menge *Bromus riparius*, *Festuca sulcata* und *Koeleria gracilis* mit Kräutern (*Filipendula hexapetala*, *Campanula sibirica* u.a.), die

wir bei den Wiesensteppen der Ebene kennen lernten, aber außerdem mit einigen für den Kaukasus eigenen Arten, wie *Psephellus leucophyllus* (Comp.), *Veronica gentianoides* u.a. Heute sind diese Steppen Ackerland oder Brachland mit starkem Queckenbesatz, das der Heugewinnung dient.

Soweit es sich um steinige nicht zum Beackern geeignete Flächen handelt, sind sie mit Steppenarten bestanden, wobei oft das submediterrane *Andropogon ischaemum* vorherrscht oder *Stipa capillata*, bzw. *Agropyrum*-Arten mit sehr viel *Thymus*, *Teucrium polium*, *T. chamaedrys* und kaukasischen Endemiten, wie *Scutellaria polyodon*, *Pulsatilla albana*, *Androsace barbulata* u.a.

Die Waldvegetation dieser Waldsteppenzone wird durch Gebüsch gebildet: *Prunus spinosa*, *Rhamnus pallasii*, *Amygdalus nana*, *Rosa*- sowie

Crataegus-Arten und die Baumarten *Quercus petraea*, *Qu. robur*, *Carpinus caucasica* (aff. *C. betulus*) u. a.

Auf den Anhöhen um Stawropol und auf den hohen Lakkolithen, wie Beschtau bei Pjatigorsk findet man in den Wäldern *Fagus orientalis* (Abb. 331–332).

Sehr interessante Wiesen, die von Steppen zu subalpinen Gemeinschaften überleiten, beschreibt RABOTNOV (1950) von dem Hochplateau (1900–2130 m NN), das dem Elbrus im Norden vorgelagert ist (s. Abb. 333, im Hintergrund).

Das Klima zeichnet sich durch ein kaltes, feuchtes Frühjahr, einen kühlen, regnerischen Sommer, einen trockenen Herbst und kalten Winter mit wenig Schnee aus. Nachtfröste kommen in allen Monaten vor (selbst im August noch $-6,7^{\circ}$ Frost).

An Südhängen wachsen dort *Stipa pulcherrima*, *Festuca sulcata*, *Carex humilis* (oder *C. buschiorum*) und *Brachypodium pinnatum*. In ebener Lage herrscht *Bromus variegatus* neben *Festuca varia* vor. Dazu kommen als dominante Kräuter *Primula ruprechtii*, *Inula glandulosa*, *Betonica grandiflora*, *Trollius patulus* und *Anemone fasciculata*; letztere ist besonders häufig an den krautreichen (100 Arten auf 100 m²) Nordhängen. In Senken treten Hochstauden auf wie *Aconitum*, *Veratrum*, *Heracleum* u. a. mit *Dactylis glomerata*. Es werden 9 Wiesengesellschaften unterschieden.

In den tiefliegenden (100–400 m NN) Wermut-Steppen des Vorkaukasus auf meist steinigen, hellen Kastanienerden herrscht *Artemisia taurica* mit *Andropogon ischaemum* vor. Auf den niedrigen Gipfeln der Vorberge in NE-Exposition findet man ein Schibljak-Gebüsch mit *Paliurus* und *Quercus pubescens* sowie *Carpinus orientalis*. Es macht sich somit ein submediterraner Einfluß bemerkbar, der sich zu einem fast mediterranen an der NE-Küste des Schwarzen Meeres steigert (vgl. nächsten Abschnitt).

Über 900–1000 m NN, in niederschlagsreichen Lagen auch tiefer (z. B. bei Ordshonikidse-Wladikawkas), beginnt die Eichenmischwaldstufe (Abb. 323, II–4a) mit denselben Baumarten wie in der Waldsteppe, aber dazu kommen *Acer campestre*, *Fraxinus*, *Tilia platyphyllos*, *Castanea sativa*, *Pyrus caucasica* u. a. mit einem Strauchunterwuchs aus *Cornus mas*, *Svyda* (*Cornus*) *australis*, *Mespilus germanica*, *Crataegus pentagyna*, *C. kyrtostyla*, *Corylus avellana*, *Evonymus europaeus*, *E. verrucosus* u. a.

Am Gebirgshang des westlichen Teiles treten ab 1000 m (900 m) Buchenwälder (*Fagus orientalis*) auf (Abb. 323, II–4b), die über 1400–1500 m hinaufreichen (Abb. 334). Zur Buche gesellen sich *Carpinus*, *Ulmus montana*, *Tilia*, in den oberen Lagen auch *Abies nordmanniana* und *Picea orientalis*. Diese Nadelholzarten bilden dann die nächst höhere Tannen-Fichten-Stufe bis in eine Höhe von 2200–2300 m NN. Die Buchenwälder stocken auf lessivierten braunen Waldböden. In ihnen treten außer den typischen Buchenbegleitern als Unterwuchs bereits kolchische Elemente auf (*Laurocerasus officinalis*, *Rhododendron ponticum*, *Vaccinium arctostaphylos*, *Ilex colchica* u. a.). Diese gehen selbst in die Nadelholzstufe hinein, für die podsolierte Böden bezeichnend sind. Die alpine und nivale Stufe werden erst später besprochen.

Im zentralen Teil fehlen die kolchischen Elemente, doch sind die Buchenwälder gut ausgebildet und erhalten geblieben (Abb. 323, II–4c). Über ihnen wird die Nadelholzstufe durch *Pinus sylvestris* mit *Betula pendula* gebildet, dazu kommen noch *Populus tremula* und *Salix caprea*.

Noch trockener ist weiter östlich der gesamte Dagestan (Abb. 323, IV–3b). Das Gebiet ist stark entwaldet und degradiert, weil die wenigen kultivierbaren Flächen dicht besiedelt sind. Sonst ist es eine wilde Landschaft mit anstehenden wenig gefalteten Kalkgesteinen, senkrechten Felswänden, steinigen Böden und tief eingeschnittenen canyonartigen Flußtälern. Eichen- und Buchenwaldstufen fehlen; nur wo feuchte Luftmassen hingelangen, treten lokal Buchen in der subalpinen Stufe auf. An Stelle der Laubmischwälder findet man in 1500–2300 m NN eine Kiefern-Birken-Stufe, wobei *Pinus* durch *P. hamata* und *Betula* auch durch *B. raddeana* und *B. litwinowii* vertreten ist, dazu kommen *Populus tremula* und *Sorbus* spp.

Unter dieser Stufe sind die Bäume der früheren lichten Wälder abgeholzt und nur schibljakartige Gebüsch verblieben (*Spiraea hypericifolia*, *Cerasus incanus*, *Juniperus sabina*, *J. oblonga*, *Paliurus*, *Berberis vulgaris*, *B. iberica*, *Crataegus* spp., *Lonicera iberica*) und an offenen Stellen *Andropogon ischaemum*, *Thymus serpyllum* s. l., *Medicago daghestanica*, *Teucrium polium* u. a.

Das Vorland südlich von Machatschkala am Kaspischen Meer zeichnet sich durch Auenwälder im Mündungsgebiet der Flüsse aus, vor allem des wasserreichen Samur, mit den übli-

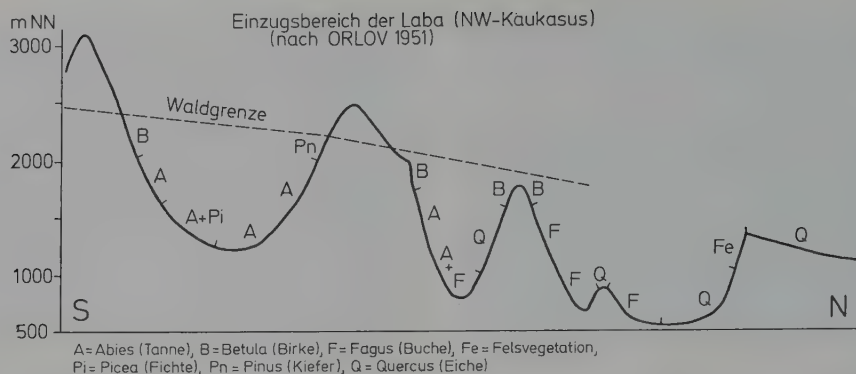


Abb. 334. Vegetationsprofil mit Angabe der Waldstufen auf dem feuchten Nordhang und trockenen Südhang. Felsvegetation an steiler Kalkgestein-Schichtstufe.

chen Baum- und Straucharten (auch *Pyrus* und *Malus orientalis*, *Hedera pastuchovii*, *Periploca graeca* u. a.). Sonst handelt es sich um Halbwüsten mit Artemisien und vielen Halophyten. Die Waldsteppenstufe trägt schon den Charakter südlicher Baumfluren mit einzelnen *Pyrus salicifolia*, *Juniperus* und *Paliurus*, seltener *Quercus pubescens*. Für die Waldstufe (300–1000 m NN) ist die grusinische Eiche (*Quercus iberica*) typisch mit *Carpinus*, *Acer* spp., *Ulmus suberosa*, *Malus* usw. Darüber bei 1000–1500 m NN tritt die Buche auf, die bei Kuba lokal bis 400 m hinuntergeht; ihr sind viele Laubholzarten beige-mischt, auch die östliche *Quercus macranthera*. Dort, wo die Berge bis auf 2200 m NN hinauf-ragen, ist die Kiefern-Birken-Stufe als oberste Waldstufe ausgebildet (Abb. 323, II–5).

c) Kolchisches und hyrkanisches Vegetationsgebiet

Die Kolchische Niederung liegt zwischen dem westlichen Teil des Großen Kaukasus und dem westlichen Teil des Kleinen Kaukasus im Transkaukasischen Gebiet. Im Norden tritt jedoch das Gebirge dicht an das Schwarze Meer heran und dieser Abschnitt bis Suchumi zeichnet sich noch durch ein ganz anderes Klima aus als die eigentliche Kolchis. In bestimmter Hinsicht erinnert es an die Verhältnisse auf der Südkrim mit milden Wintern aber trockenen Sommern und einer stark mediterran getönten Vegetation. Allerdings ist Noworossijsk durch seine kalten (-20°C) Orkan-ähnlichen Fallwinde, die Bora, berührt; die Temperaturminima erreichen -27°C (Abb. 324). Unter diesen Umständen können

sich mediterrane Arten, wie sie auf der Südkrim auftreten, hier nicht halten. Aber etwas südlicher hört die Bora auf, das Gebirge tritt hart an das Meer heran, das Klima ist warm und die Sommer sind bis zum Kap Pizunda an einzelnen Lokalitäten trocken mit einem Regenmaximum im Winter; nur Sotschi hat auch im Sommer Regen (im Jahr 1413 mm). Dadurch ergeben sich lokale Klimaverhältnisse, die ebenso wie an gewissen Stellen der Nordanatolischen Küste für mediterrane Arten günstig sind. Diese haben sich wohl mehr als Relikte erhalten und weichen z. T. von den mediterranen Arten taxonomisch etwas ab, so daß sie als besondere Arten beschrieben werden. Dieser Teil der Küste muß vom kolchischen Gebiet abgetrennt werden. Man könnte ihn eher mit der Südkrim vereinen (Abb. 323, III).

Auf dem Kap Pizunda wächst ein Bestand von *Pinus pithyusa* (aff. *P. brutia* Anatoliens). Auch 14 km südlich von Noworossijsk gibt RADDE diese Kiefer an. Als *Pinus eldarica* wird eine ihr sehr ähnliche Form im Zentrum Transkaukasiens am Fuße des Großen Kaukasus unterschieden. Am Kap Pizunda steht die Kiefer zusammen mit *Quercus pubescens*, *Juniperus excelsa* und *Paliurus* sowie *Cotinus coggygria* (vgl. S-Krim); im Unterwuchs treten *Cistus tauricus* (aff. *C. creticus*) und der stachelige *Ruscus ponticus* (aff. *aculeatus*) auf.

Andere mediterrane Elemente, die für diesen Küstenstreifen und die Südhänge in Abchasien genannt werden, sind: *Arbutus andrachne*, *Erica arborea*, *Rhus coriaria*, *Cistus salviaefolius* und die auf *Cistus* parasitierende Rafflesiacee *Cytinus*, *Juniperus oxycedrus* (= *rufescens*) mit dem Parasiten *Arceuthobium*

oxycedri (Loranth.), *Jasminum fruticans*, *Ceterach officinarum*; dazu kommen *Serapias*-, *Ophrys*- und *Orchis*-Arten, *Teucrium polium*, am Strande auch *Pancratium maritimum* und *Euphorbia paralias*. In diesem Gebiet sieht man gepflanzte Ölbäume und Korkeichen; auf Kalkstein wächst wilder *Laurus nobilis*. Noch größer ist die Zahl der mehr submediterranen Goelemente: *Quercus pubescens*, *Carpinus orientalis*, *Castanea sativa*, *Sorbus domestica*, *Cornus mas*, *Pyracantha coccinea*, *Mespilus germanica*, *Ostrya carpinifolia*, *Lonicera etrusca*, *Tamus communis*, *Clematis*-Arten, *Coronilla*- und *Dorycnium*-Arten, *Psoralea bituminosa* usw. Auch kleine Bestände von *Pinus pallasiana* treten immer wieder, z. T. mit *Pinus pithusa* zusammen, in diesem Gebiet auf. Durch die Ausdehnung der Kurorte wird die natürliche Vegetation immer mehr zurückgedrängt.

Südlicher zwischen Suchumi und Batumi nehmen die Niederschläge plötzlich zu, die Sommer sind heiß und sehr feucht. Die mediterranen Arten verschwinden schlagartig und werden durch die kolchischen ersetzt. Erst im mittleren Tschoroch-Tal, unterhalb Artwin (Nord-Anatolien), das im Regenschatten liegt, findet man wieder mediterrane Arten (*Pinus pinea*, *Arbutus andrachne*, *Cistus salviaefolius*, *Juniperus excelsa*), ebenso wie weiter westlich zerstreut an der ganzen Schwarzmeer-Südküste bis zum Bosphorus.

Das kolchische Dreieck (Abb. 323, II-1) Suchumi-Batumi-Suram-Paß (maximale Breite Schwarzes Meer-Suram-Gebirge = 130 km) zeichnet sich durch hohe, über das ganze Jahr gleichmäßig verteilte Niederschläge aus (maximal 2500 mm). Das Klima ist warm-temperiert. Fröste kommen nur gelegentlich vor (s. Abb. 324 Suchumi, Sotschi, Kutaisi). Unter diesen Umständen entwickelt sich eine üppige Waldvegetation aus sommergrünen Baumarten, aber mit vielen immergrünen Holzpflanzen im Unterwuchs. Ähnliche klimatische Verhältnisse, jedoch weniger regenreiche Sommer, findet man im SW des Kaspischen Meeres im Talysch und bei Lenkoran sowie an der iranischen Küste am Kasp (hyrkanisches Vegetationsgebiet).

Für die ursprünglichen Sumpfwälder der Rion-Niederung im kolchischen Bereich werden auf Glei Böden *Alnus barbata* (aff. *A. glutinosa*) und ein bedeutender Anteil von *Carpinus* und *Quercus* angegeben.

Dazu kommen die immergrünen *Buxus colchica* und *Ilex colchica* (beide den w-europ. Arten nahestehend) vor, ebenso viele Lianen wie *Hedera colchica*, *Vitis silvestris* (Abb. 335), die stachelige *Smilax excelsa*, *Periploca graeca*, *Clematis vitalba*, *C. viticella*,

Humulus lupulus, *Rubus sanguineus*, *R. hirtus*. Im krautigen Unterwuchs sind vertreten *Scutellaria galericulata*, *Lycopus europaeus*, *Lythrum salicaria*, *Cardamine tenera*, *Carex remota* u. a. An feuchten Ufern wachsen *Pterocarya pterocarpa* (*fraxinifolia*) und *Fraxinus excelsior*; in den vernäbten Senken, die auch im Sommer einen Wasserspiegel aufweisen, findet man *Typha latifolia*, *Carex pseudocyperus*, *Sparganium neglectum*, *Juncus effusus*, *Molinia litoralis*, stellenweise *Phragmites communis*, *Osmunda regalis*, *Oplismenus undulatifolius*, *Leersia oryzoides* ebenso wie *Sphagnum cuspidatum*, *S. papillosum* u. a.

In weniger vernäbten Niederungswäldern herrscht neben *Alnus barbata* *Quercus ineretina*, etwas höher *Qu. hartwissiana* mit *Carpinus caucasica* (nahe *C. betulus*) vor, dazu kommen *Acer campestre*, *Pyrus balansae*, *Malus orientalis*, *Ficus colchica*, *Diospyros lotus*, *Frangula alnus*, *Viburnum opulus*; unter den Lianen ist *Smilax excelsa* besonders verbreitet. Außer den bereits genannten Immergrünen kommen *Laurocerasus officinalis* (= *Prunus laurocerasus*), *Rhododendron ponticum* und *Ruscus hypophyllum* vor; Farne wie *Dryopteris* spp., *Polypodium vulgare*, *Phyllitis scolopendrium* sind häufig¹.

Der typische kolchische Wald auf Gelberden und fossilen Roterden bedeckt die Hänge vom Meeresniveau bis zu 600 m NN. Es handelt sich um Reliktwälder, in denen die genannten Eichen, aber auch *Qu. iberica* mit *Carpinus*, *Zelkova carpinifolia* und *Pterocarya pterocarpa* vorherrschen; dazu kommen *Fagus orientalis*, *Ulmus foliacea*, *U. elliptica*, *Tilia multiflora*, *T. caucasica*, *Acer laetum*, *Diospyros lotus*; besonders kennzeichnend ist auch *Castanea sativa* sowie in feuchten Schluchten *Taxus baccata*. Seltener sind *Buxus colchica* und *Laurus nobilis*. Die Lianen treten in unberührten Wäldern zurück, dafür ist der immergrüne Strauchunterwuchs mit *Rhododendron ponticum* und *Laurocerasus* fast undurchdringlich (Abb. 336). Hinzu kommen *Daphne pontica* und *Ruscus hypophyllum* sowie der stachelige *R. ponticus* (nahe *R. aculeatus*) und von sommergrünen Arten *Rhododendron flavum*, das hohe *Vaccinium arctostaphylos*, sowie *Corylus*, *Crataegus*, *Viburnum orientale*, der stark duftende *Philadelphus caucasicus* und *Staphylea colchica*. Besonders erwähnenswert ist die Reliktart

¹ Wir schildern die früheren natürlichen Verhältnisse. Durch die Entwässerung (85000 ha), die Auspflanzung von Eukalyptus und die Kultivierung der Rionsümpfe (Abb. 355) ebenso wie durch den Bau der Erholungsstätten mit großen Parkanlagen ist die natürliche Vegetation in diesen Lagen nahezu verschwunden.

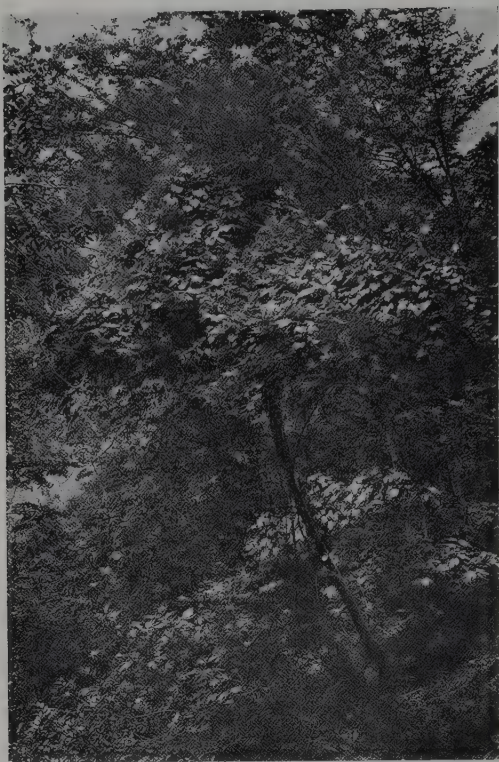


Abb. 335. Weinrebe (*Vitis silvestris*) als Liane eine junge Esche vollkommen bedeckend. Urwald in der Schockwara-Schlucht bei Gagry (Foto PRITZEL).

Dioscorea caucasica. Als Epiphyten kommen gelegentlich *Cardamine impatiens*, *Oxalis corniculata*, insbesondere jedoch *Polypodium serratum* und viele Moose vor. In der Krautschicht sind wiederum die Farne stark vertreten (darunter *Pteris cretica*), von Gräsern *Brachypodium sylvaticum*, *Oplismenus undulatifolius* und *Trachystemon orientale*, dazu *Calamintha umbrosa* u. a. (vgl. Abb. 335 und 336).

Als Beispiel bringen wir zwei Waldaufnahmen (Menge in %):

a) Mischwald auf Roterde in Adsharien, Hangneigung 10%

Baumschicht: *Quercus hartwissiana* 9%, *Fagus orientalis* 9%, *Castanea sativa* 12,5%, *Taxus baccata* 3,2%, *Alnus barbata* 3,2%, *Ulmus foliacea* 9,3%, *Tilia caucasica* 3,2%, *Pterocarya pterocarpa* 1%, *Ficus colchica* 0,3%, *Acer laetum* 2,2%, *Diospyros lotus* 1%, *Laurocerasus* (baumförmig) 2,2%.

Unterwuchs: *Laurocerasus officinalis* 40%, *Rhododendron ponticum* 37%, *Vaccinium arctostaphylos*

14%, *Rhamnus imeretina* 5%, *Ilex colchica* 2%.
b) Artenärmerer Bestand auf flachgründigem Humuskarbonatboden, nordwestliche Exposition, Neigung 17%:

Baumschicht: *Quercus hartwissiana* 28,6%, *Tilia caucasica* 15,7%, *Zelkova carpinifolia* 3%, *Diospyros lotus* 4%, *Acer campestre* 21,8%, *Ulmus foliacea* 6,2%, *Acer laetum* 8%.

Unterwuchs: *Laurocerasus officinalis* 46,5%, *Rhododendron flavum* 12,2%, *Buxus colchica* 8,8%, *Ilex colchica* 22%, *Staphylea colchica* 6%.

Aus der Zusammensetzung dieser Wälder geht hervor, daß sie ausgesprochen warmtemperiert sind, es jedoch falsch wäre, sie als subtropisch zu bezeichnen. In subtropischen Wäldern ist auch die Baumschicht immergrün, sofern es sich um ein humides Klima handelt. Doch läßt sich in diesem Teil von Kaukasien Tee kultivieren, in den frostfreien Vorbergen des Gebirges zwischen Suchumi und Kutais auch *Citrus*-Arten.

In Höhenlagen über 600 m bis 1100 m NN beginnen Kastanienwälder (*Castanea sativa*) mit *Quercus hartwissiana*, *Acer laetum* und anderen Laubhölzern sowie kolchischen Elementen im Unterwuchs. Auch in dieser Höhenlage sind Teekulturen möglich. Darüber stocken Buchenwälder.

DOLICHANOV (1973) beschäftigt sich sehr eingehend mit dieser kolchischen Lebensgemeinschaft des immergrünen Unterwuchses, die auch in Kachetien (Alasan-Becken) eine große Rolle spielt und im Talysch sowie N-Anatolien ebenfalls vorkommt. Zu ihr gehören außer den bereits genannten Arten auch *Viburnum orientale*, das mehr alpine, aber tief hinuntergehende *Rhododendron caucasicum* sowie die subalpine Art *Rhamnus imeretina*; eine mehr begrenzte Verbreitung in Adsharien bei Batumi haben *Rhododendron ungermii*, *Rh. smirnowii* und *Epigaea gaultherioides* (Eric.).

Diese Lebensgemeinschaft ist als Relikt eines humiden warmtemperierten Klimas zu betrachten. In schneereichen Gebirgen werden aber von ihr auch milde Winter gut überstanden; denn der Schnee drückt diese Arten leicht zu Boden; sie genießen somit Schneeschutz und reichen deshalb in den Bergen oft hoch hinauf.

Der Unterwuchs ist forstlich nicht beliebt, weil er sich im stark humiden Klima so üppig entwickelt, daß die Verjüngung der Baumschicht behindert wird. Das ist insbesondere auf Holzschlägen der Fall. Unter natürlichen Bedingungen stellt sich dagegen meist ein Gleichgewicht zwischen der Baumschicht und dem immergrünen Unterwuchs ein.

Die Baumschicht besteht in tiefen Lagen (400 bis

1000 m NN) aus *Castanea*, *Ulmus scabra* (*montana*), *Carpinus caucasica*, *Tilia*, *Alnus* u. a. In höheren Lagen aus *Fagus*, die bei dichtem Unterwuchs durch *Tilia platyphyllos* var. *canescens* ersetzt wird, oder aus *Abies* und auch *Picea*, die auf toten Baumstämmen keimt

und dadurch weniger unterdrückt wird. An lokal besonders feuchten Berghängen, die zum Meer orientiert sind, fehlt der Baumbestand ganz und es entstehen geschlossene immergrüne Reinbestände, wobei *Laurocerasus* Baumform annehmen kann.

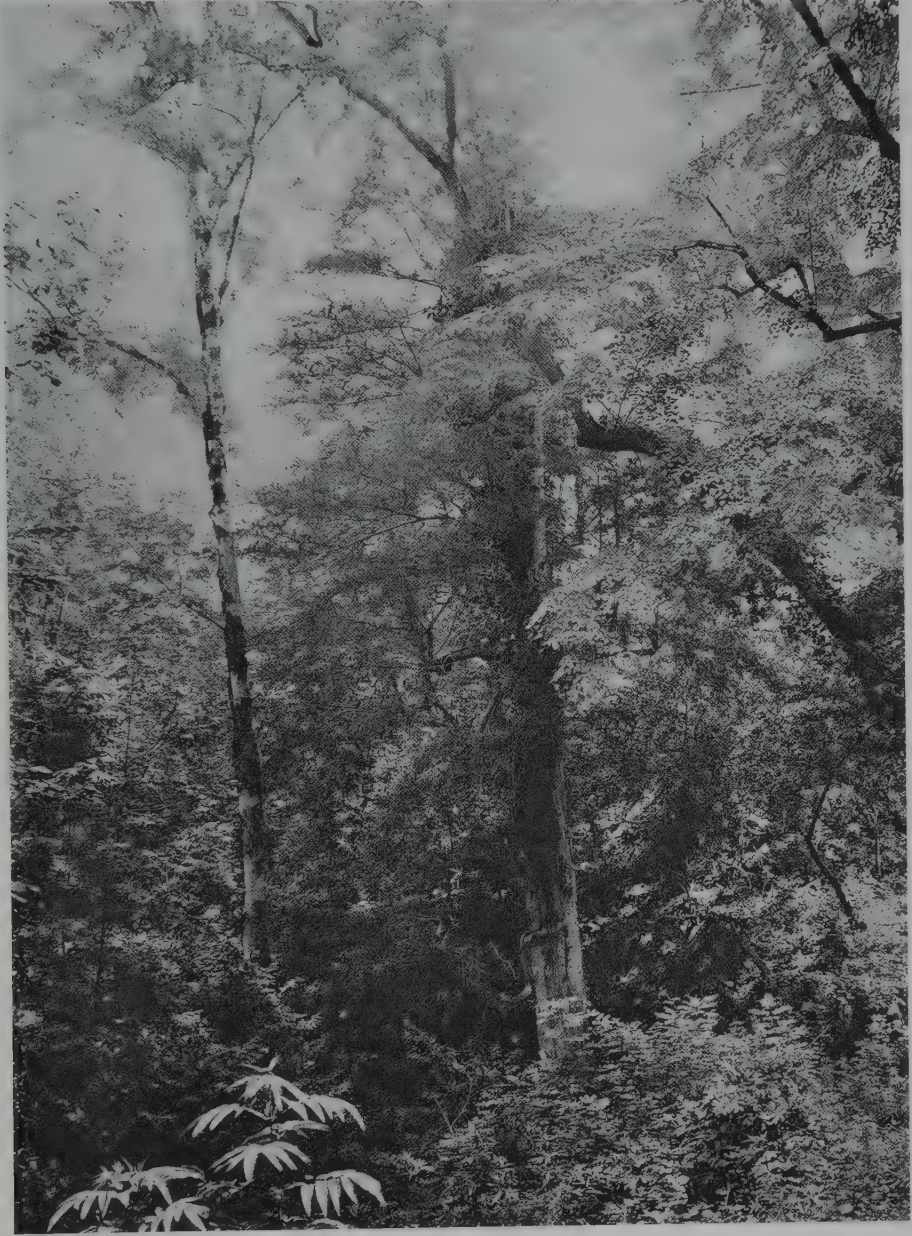


Abb. 336. Aus demselben Wald wie auf Abb. 335: Links hohe Esche, in der Mitte absterbende alte Eiche, rechts Linde, im Unterholz vorherrschend *Laurocerasus officinalis* (Foto PRITZEL).



Abb. 337. Hyrkanischer Wald im Talysch-Gebirge mit vorherrschender *Quercus castaneifolia*, *Parrotia persica*, *Acer velutinum* u. a. (Foto V. N. PAVLOV, Univ. Moskau).

Sehr ähnlich sind die im Sommer nicht so feuchten hyrkanischen Wälder (ZOHARY 1973) im SW vom Kaspischen Meere (Talysch, Lenkoran; Abb. 323, II-2), aber die Eiche ist dort *Quercus castaneifolia*.

Typische Arten sind: *Parrotia persica*, *Zelkova hyrcana*, *Diospyros lotus*, *Ulmus elliptica*, *Populus hyrcana*, *Prunus caspica*, *Gleditsia caspia*, *Carpinus caucasica*, *Acer velutinum*, *Alnus subcordata*, *Albizia julibrissin*, *Fraxinus excelsior*, selten *Fagus orientalis*, *Punica granatum* und *Ficus hyrcana*. Im Unterwuchs findet man *Ruscus hyrcanus*, *Danaë racemosa*, *Crataegus lagenaria*, *C. kyrstostyla*, *Buxus hyrcana*, *Ilex hyrcana*; Lianen sind: *Smilax excelsa*, *Periploca graeca*, *Vitis orientalis*, *Hedera pastuchovii*. Die Krautschicht ist artenreich, genannt seien nur *Poa masenderana*, *Viola caspia*, *Primula heterochroma*, *Carex sylvatica*, *C. contigua* u. a.

Im Gegensatz zur Kolchis herrschen im hyrkanischen Gebiet die Reliktartern vor; oft besteht die Baumschicht nur aus ihnen, vielleicht weil die Eiszeiten sich kaum auswirkten. Dage-

gen treten die immergrünen Arten mehr zurück. ZOHARY (1973) erwähnt auf Seite 570 das bisher nicht bekannte Vorkommen von *Biota* (*Thuja*) *orientalis* bei Alibad, Gorgan (N.-Iran). Auch in diesem Gebiet spielen Tee- und Citruskulturen eine große Rolle, ebenso Lorbeer und Tungenbaum u. a.

Die Gesamtfläche der *Quercus castaneifolia*-Wälder im Talysch beträgt 54 000 ha, etwa 43,2% aller dortigen Wälder. Sie stocken in den unteren Lagen auf gelben, in den höheren auf braunen, oberflächlich leicht podsolierten Waldböden. Am häufigsten sind Waldbestände mit einer Krautschicht, öfters kommt das *Quercetum nudum* vor mit einem Kronenschluß von 60–70% (II. seltener I. Bonität). Daneben sind Wälder mit einer Strauchschicht aus *Crataegus* verbreitet oder solche mit mehreren Baumschichten: mit *Carpinus* oder mit *Parrotia* + *Fraxinus* + *Zelkova*, bzw. mit *Zelkova* und darunter *Buxus*.

Auf fast reine *Parrotia persica*-Wälder entfallen 7400 ha (5,8%) meist in der Niederung von Lenkoran (bis 250 m NN); 90 ha sind geschützter ursprünglicher Wald (Abb. 337). Die Böden sind podsolierte Gelberden, oft etwas versumpft. In Flußtälern gehen diese Wälder bis 800 m (1200 m) NN hinauf. Im allgemeinen sind sie jedoch mehr fleckenweise erhalten geblieben. Bei den Reinbeständen handelt es sich meist um Stockausschläge II.–III. Bonität. Man unterscheidet ein Parrotietum ruscusum und ein Parrotietum nudum (auf den Vorbergen). Viele Wälder sind als Folge einer Holznutzung sekundärer Natur, z.B. die *Pterocarya*-Wälder in feuchten Tälern. Diese Baumart, die sich leicht vegetativ vermehrt, wird 22–26 m hoch und der Stammdurchmesser bis 150 cm breit.

In der Kura-Arax-Niederung sind Auenwälder mit *Quercus longipes* verbreitet, im Lenkoran auch Auenwälder aus *Alnus barbata*, während *Alnus subcordata* mehr für Bachschluchten bis in mittlere Höhenlagen bezeichnend ist.

d) Die Gebirgslaubwälder

Unter den Laubholzarten sind in der unteren montanen Stufe die Eichenarten und in der oberen die Buche am verbreitetsten. Insgesamt gibt es im Kaukasus 18 Arten der Gattung *Quercus*, von denen *Qu. robur* und *Qu. petraea* im Nordwesten und auf der Nordseite des Zentralen Kaukasus bis zur einer Höhe von etwa 650–700 m NN verbreitet sind, *Qu. petraea* in Südexposition auch bis 1000–1200 m (Abb. 334). Die wichtigste Eichenart ist jedoch die Grusinische Eiche (*Qu. iberica*, aff. *petraea*). Sie kommt in ganz Transkaukasien mit Ausnahme von Südarmenien und dem Nachitschewan-Gebiet vor, ebenso im Osten am Nordabfall des Großen Kaukasus; im Sangesur- und Karabach-Gebirge bildet sie mit anderen Laubhölzern die Höhenstufe in 1000–1600 (1700) m NN. Darüber bis zur Waldgrenze findet man *Quercus macranthera* (Abb. 338).

Mischwälder mit *Quercus iberica* findet man in den unteren Höhenstufen überall dort, wo das Klima für die Buche zu trocken ist (vgl. Klimadiagramme auf Abb. 324). Von anderen Baumarten spielen in ihnen *Carpinus orientalis* und *C. schuschaensis*, *Acer campestre*, *A. laetum*, *A. hyrcanum*, *Fraxinus*-, *Tilia*- und *Ulmus*-Arten eine Rolle. Die Strauchschicht ist üppig und artenreich mit *Cornus mas*, *Mespilus germanica*, *Prunus*

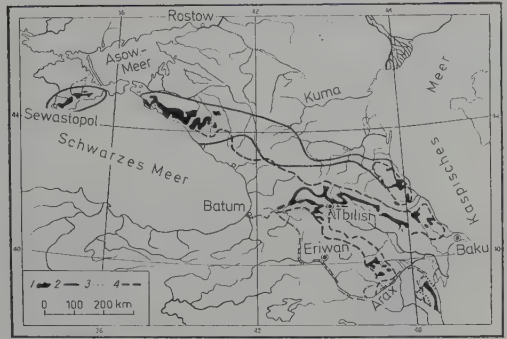


Abb. 338. Verbreitung der verschiedenen Eichenwälder im Kaukasus (aus Descr. Veget. URSS): 1 = Große Waldflächen; Verbreitungsgrenzen 2 von *Quercus petraea*, 3 von *Quercus castaneifolia* (im Talysch), 4 von *Quercus iberica*.

divaricata, *Crataegus ambigua*, *C. melanocarpa*, *Evonymus europaeus*, *E. latifolius*, *E. verrucosus*. Auch die Krautschicht ist gut entwickelt: *Poa nemoralis*, *Brachypodium sylvaticum*, *Festuca drymeia*, *Viola odorata*, *V. alba*, *Primula sibthorpii*, *Paeonia triternata* und die Frühlingsgeophyten *Galanthus caucasicus*, *Scilla sibirica*, *S. caucasica*. Dagegen fehlen die immergrünen Arten der feuchten Wälder.

Die Eichenwälder N-Armeniens werden mehr vom forstlichen Standpunkt durch MACHATADSE (1957) behandelt. Er weist darauf hin, daß der weitaus größte Teil der ehemaligen Eichenwaldfläche infolge von übermäßiger Holznutzung und Beweidung zu einem niedrigen Stockausschlag-Gebüsch degradiert oder vollständig vernichtet wurde. Die wichtigste Eichenart ist *Quercus iberica*, die oft mit *Carpinus caucasica* gemischt vorkommt. Diese beiden Arten stehen den mitteleuropäischen in ihrem ökologischen Verhalten sehr nahe. Die Eiche bildet dabei die obere Baumschicht, die Hainbuche die untere und es wird die Frage diskutiert, ob solche Mischbestände sich unter natürlichen Verhältnissen halten können, oder ob die Eiche von der mehr Schatten ertragenden Hainbuche verdrängt wird. Letzteres scheint wahrscheinlich zu sein; denn man beobachtet in natürlichen Mischwäldern, daß die Eichen in der oberen Baumschicht 150–200 Jahre alt sind, die Hainbuche darunter nur halb so alt oder noch jünger, wobei Eichenjungwuchs fehlt. Man glaubt, es handle sich um eine durch Feuchtwerten des Klimas eingeleitete Sukzession. Aber diese vorläufige Schlußfolgerung ist doch falsch.

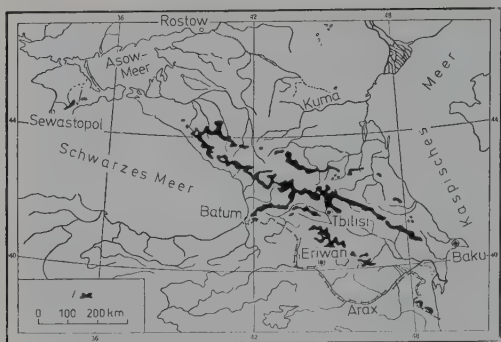


Abb. 339. Verbreitung der großen Waldflächen (I) mit *Fagus orientalis* im Kaukasus und *F. taurica* auf der Krim (aus Descr. Veget. URSS).

Es gibt auch Bestände, in denen die Eiche dasselbe Alter besitzt wie die Hainbuche; auf letztere entfallen 70% des stehenden Holzvorrats, auf die Eiche nur 30%, andere Baumarten spielen nur eine geringe Rolle. Die Eiche steht im scharfen Wettbewerb mit der Hainbuche und viele Stämme sterben ab, aber einige kommen doch durch, erheben sich über die Hainbuche, so daß deren Wettbewerbsdruck aufhört. Mit 180 Jahren bilden diese Eichen mächtige Bäume mit einem Durchmesser von 50 (100) cm; auf sie entfallen jetzt 70–80% des stehenden Holzes. Die Hainbuche mit ihrem Jungwuchs wächst mehr zwischen den Kronen der Eichenstämme. Unter den Eichenkronen sammelt sich am Boden viel lockere Blattstreu an, die als Keimbett für die Hainbuche ungünstig ist, für die Eicheln ist sie dagegen besonders gut geeignet. Deshalb findet man unter den Eichen viele Eichensämlinge, die jedoch infolge der Beschattung nur wenige Jahre alt werden, also nicht heranwachsen können.

Mit der Zeit, wenn die Eiche ihre Altersgrenze erreicht, stürzen einzelne Baumriesen nacheinander um und schlagen in das geschlossene Kronendach große Fenster. Nun können die 1–4-jährigen Eichensämlinge unter ihnen rasch heranwachsen; sie sind dabei dem Wettbewerb der gleichalten Hainbuchen-Jungpflanzen ausgesetzt, aber einzelnen Eichen gelingt es, wie oben geschildert, in die obere Baumschicht durchzuwachsen. Mit der Zeit entsteht wieder ein zweischichtiger Mischwald scheinbar ohne Eichenverjüngung. Die Natur ist komplizierter, als man denkt.

Die verbreitetste Laubholzart in den kaukasischen Gebirgen ist die Buche (*Fagus orientalis*).

In 1000–1500 (1600) m NN gelangt sie zur Vorherrschaft, fehlt jedoch allen Gebieten und Lokalitäten mit trockenem, kontinentalem Klima; sie wird dort durch die Kiefer, die Fichte oder die Birke ersetzt. Buchenfrei sind deshalb nicht nur Südarmenien und das Nachitschewan-Gebiet, sondern auch im Osten das Karabach- und Sangesur-Gebirge; dagegen taucht die Buche im feuchten Talysch wieder auf (Abb. 339).

Die vertikale Verbreitung ist in den einzelnen Teilen des Kaukasus sehr verschieden. Im westlichen Nordkaukasus, in gewissen Abschnitten des zentralen und östlichen Kaukasus geht die Buche bis an den Fuß des Gebirges hinab, in der kolchischen Niederung als Beimischung sogar bis zum Meeresniveau. Sonst liegt die untere Grenze meist bei 600–700 m NN, unter 900–1000 m tritt sie allerdings nur in Eichen- oder Kastanienwäldern auf, über 1500 (1600) m meist im Nadelwald. Im Westen kann die Buche als Krummholz in 2000 m die Waldgrenze bilden und wächst dann zusammen mit dem alpinen *Rhododendron caucasicum*.

In der eigentlichen Buchenstufe sind die forstlich bewirtschafteten Wälder fast Reinbestände; nur an lichter Stellen ist *Carpinus caucasica* beigemischt und auf Schlagflächen wird diese Art vorherrschend. Sonst findet man in Buchenwäldern noch *Tilia caucasica*, *T. platyphyllos*, *Acer pseudoplatanus*, *A. laetum*, *A. platanoides*, *Ulmus montana*, *U. elliptica*, im Talysch *Acer velutinum* und zuweilen auch *Diospyros lotus*, in der unteren Baumschicht auch *Taxus baccata*.

In der Strauchschicht wachsen *Sambucus nigra*, *S. racemosa*, *Evonymus latifolius*, *Svyda australis*, *Lonicera caucasica*, *L. xylosteum*, *Viburnum opulus*, *Rhododendron flavum*, *Vaccinium arctostaphylos* und in der feuchtesten Zone die immergrünen *Rhododendron ponticum* und *Laurocerasus officinalis* sowie im Lenkoran *Danaë racemosa* und *Hedera pastuchovii*. Charakteristische Kräuter sind *Asperula odorata*, *Dentaria quinquefolia*, *Cardamine impatiens*, *Galium rotundifolium*, *Sanicula europaea*, *Festuca montana*, *Brachypodium sylvaticum*, *Pachyphragma macrophyllum* (Cruc.), *Athyrium filix-femina*, *Struthiopteris filicastrum*, *Dryopteris filix-mas* u. a. (Abb. 340).

Im einzelnen werden folgende natürliche Buchenwald-Gesellschaften genannt:

1. Fagetum rhododendrosum auf lessivierten braunen Waldböden an schattigen Hängen von feuchten Schluchten mit *Tilia*, *Castanea*, *Carpinus* und zuweilen *Abies* sowie einer sehr dichten Strauchschicht

aus *Rhododendron ponticum* und *Vaccinium arctostaphylos*, während die Krautschicht fast fehlt (*Festuca gigantea*, *Dryopteris oreopteris* u. a.).

2. Fagetum laurocerasosum an ähnlichen Standorten auf ähnlichen Böden mit *Carpinus*, *Tilia* und

Acer platanoides, ebenfalls einer dichten Strauchschicht, aber aus *Laurocerasus*, *Rhododendron flavum*, *Ilex*, *Vaccinium* und einer spärlichen Krautschicht (*Asperula odorata*, *Athyrium filix-femina*, *Rubus*).

3. Fagetum nudum, wenn die flachstreichenden

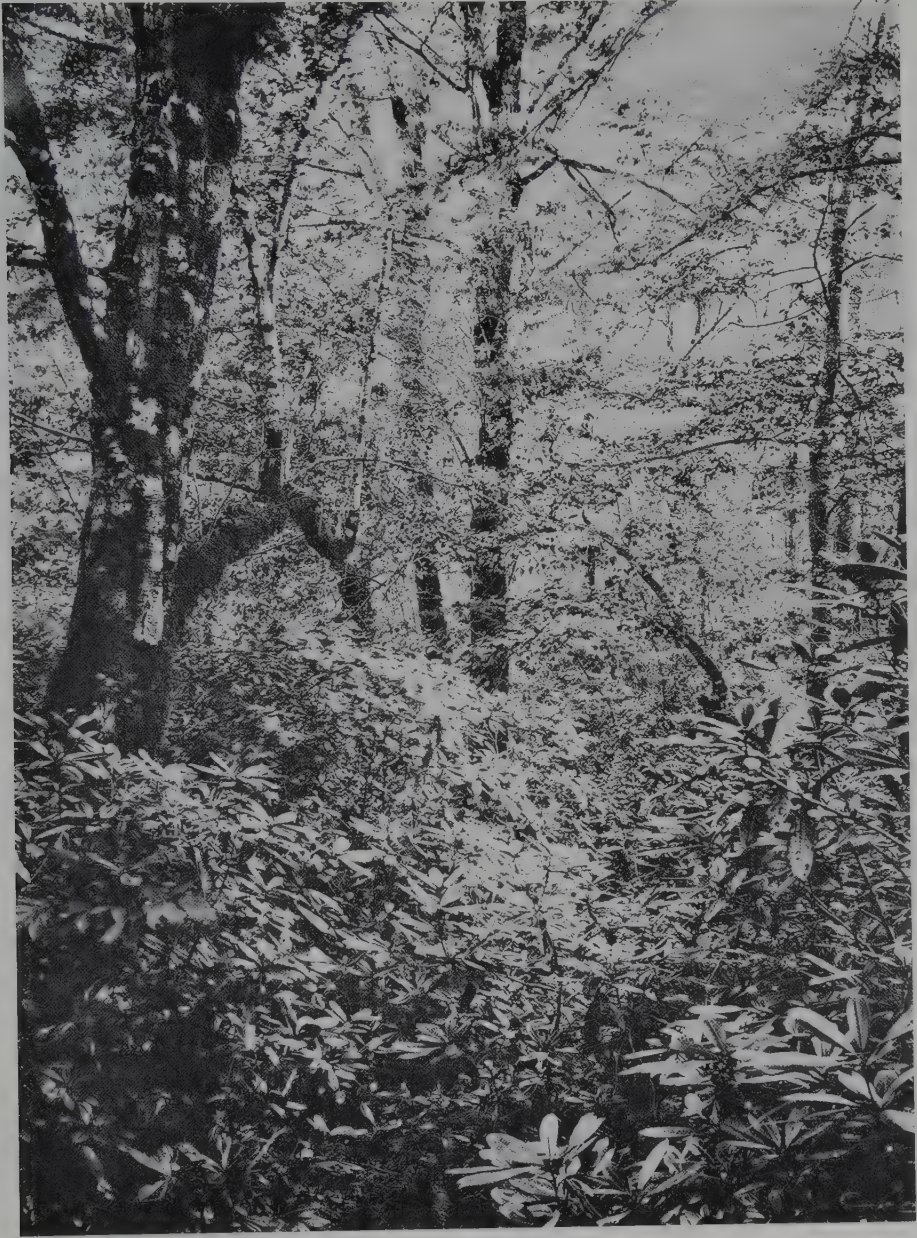


Abb. 340. Buchenhochwald (*Fagus orientalis*) in tiefer Lage an der Küste bei Gagry mit dichtem *Rhododendron ponticum*-Unterwuchs (Foto PRITZEL).



Abb. 341. Hohe *Abies nordmanniana* in der montanen Stufe über Gagry (800–900 m NN). Im Vordergrund auf einer Lichtung Hochstauden (Foto PRITZEL).

verwachsenen Buchenwurzeln alles im Boden vorhandene Wasser verbrauchen, mit *Carpinus*, *Ulmus* und *Populus tremula* in 600–800 m NN, aber auch in 1000–1200 m bei guter Wüchsigkeit, wobei eine 5–8 cm mächtige Streuschicht den Boden bedeckt und nur ganz vereinzelte Kräuter aufkommen läßt.

4. Fagetum asperulosum an leicht geneigten Nordhängen in 1000–1400 m NN mit *Carpinus*, *Acer laetum* und *Tilia* auf tiefgründigen (60–70 cm), dunkelbraunen, gut befeuchteten Waldböden ohne Strauchschicht, aber mit viel *Asperula odorata*, *Festuca montana*, *Dryopteris filix-mas*, *Cephalanthera longifolia* u. a.

5. Fagetum rubosum, die häufigste Gesellschaft im NW, aber auch in Transkaukasien häufig an Hängen mit 15 % Neigung in 1000–1600 m NN; die

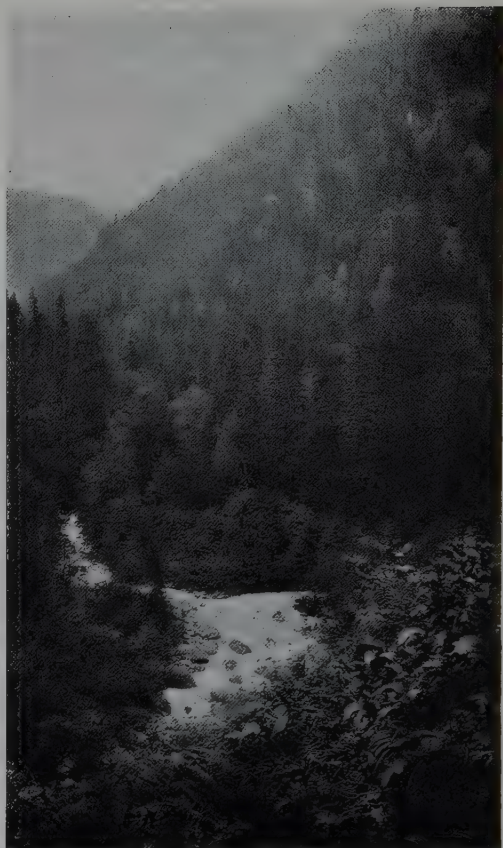


Abb. 342. Mischwald aus *Fagus orientalis* und *Abies nordmanniana* in einem Seitental des Klytsch, Höhenlage 1320 m NN (Foto RÜBEL).

lessivierten braunen, ziemlich humusreichen Waldböden sind 70 cm tief. Beigemischt kommen vor *Fraxinus*, *Ulmus* und *Acer pseudoplatanus* mit einer Strauchschicht aus *Sambucus nigra*, *Ribes*, *Ilex* sowie einer Krautschicht mit viel *Rubus caucasicus*, *Asperula odorata*, *Symphytum grandiflorum*, *Struthiopteris filicastrum* u. a.

6. Fagetum festucosum an Steilhängen in Südexposition mit *Carpinus* und *Acer campestre* bei geringer Wuchsleistung mit *Festuca montana*, *Trachystemon* (Borag.) und *Rubus* spp.

e) Die Gebirgsnadelwälder

Wir müssen einerseits die Tannen-Fichten-Wälder und andererseits die Kiefern-Wälder unterscheiden. Die ersteren sind auf den Teil Kaukasiens beschränkt, der westlich von dem durch Tbilisi (Tiflis) verlaufenden Längengrad

liegt. Die Tannenwälder bestehen aus *Abies nordmanniana*, die Fichtenwälder aus *Picea orientalis*. Ökologisch ähneln diese Arten den mitteleuropäischen *Abies alba* und *Picea abies* (= *excelsa*), d.h. *Abies nordmanniana* bevorzugt mehr ein maritimes Klima und geht dann bis zur Waldgrenze hinauf, während *Picea orientalis* in einem mehr kontinentalen Klima zur Vorherrschaft gelangt und deshalb weiter nach Osten reicht. Beide Arten kommen oft in Mischbeständen vor; eine deutliche Höhenstufengliederung in eine untere Tannen- und obere Fichtenstufe wie in den Nordalpen ist nicht zu erkennen. In Reinbeständen kommt die Tanne nur im Westen über der Buchenstufe vor, oft mit der Buche gemischt (Abb. 342). *Picea orientalis* bildet dagegen dort Reinbestände, wo das Klima für *Abies nordmanniana* zu kontinental ist oder die Standorte zu trocken sind.

Die Tannen-Fichten-Stufe reicht meistens von 1500–1600 m bis 2100–2300 m NN. Das Klima in dieser Höhe ist kalt-gemäßigt mit Januar-mitteln bei -4 bis -7° , Julimitteln von 13 – 16° C und absoluten Minima von etwa -23 bis

-32° . Die Niederschläge sind ziemlich gleichmäßig verteilt, ihre Jahresmenge 1100–1500 mm, die Sommermonate mit meist über 100 mm Regen, das Klima also sehr humid. Die Böden sind braune Waldböden mit leichter Podsolierung, unter reinen Fichtenbeständen auch Gebirgs-Podsole; die Reaktion ist schwach sauer.

Die Tannenwälder über der Buchenstufe, denen *Fagus orientalis*, *Ulmus* und auch *Acer trautvetteri* beigemischt sind, unterscheiden sich hinsichtlich des Unterwuchses von den besprochenen Buchenwäldern wenig. In der Krautschicht findet man: *Asperula*, *Sanicula*, *Dentaria bulbifera*, *Geranium robertianum*, *Circaea lutetiana*, *Dryopteris filix-mas*, *Athyrium filix-femina* u.a.; eine Mooschicht fehlt (Abb. 341).

Bei südlicher oder östlicher Exposition, also geringerer Feuchtigkeit wachsen in den Tannenwäldern *Oxalis acetosella*, *Asperula odorata*, *Vicia crocea*, *Salvia glutinosa*, *Calamintha grandiflora*, *Actaea spicata*, *Valeriana alliariaefolia*, *Senecio jacquinianus* bei vorherrschender *Festuca montana*.

In feuchten warmen Tälern im Nordwesten können auch noch *Rhododendron ponticum* und



Abb. 343. Subalpines *Betula-Rhododendron caucasicum*-Gebüsch im Quellgebiet des Gara-ausu unterhalb des Schaurtu-Gletschers in 2200 m NN (Foto STSCHUKIN).

R. flavum, *Vaccinium arctostaphylos*, *Laurocerasus*, *Ilex* und *Hedera colchica* in Tannen-Buchenwäldern vorkommen.

Die Tanne beschränkt sich mehr auf den westlichsten Gebirgsteil. Hier ist die Beimischung der Fichte unbedeutend; letztere nimmt nach

Osten zu. Sobald *Picea* die Oberhand gewinnt, entwickelt sich eine Moosschicht aus Hypnaceen; in der Krautschicht findet man dann *Lycopodium annotinum*, *Listera cordata*, *Goodyera*, *Linnaea* u. a.

Die lichten Tannenwälder nahe an der Baum-

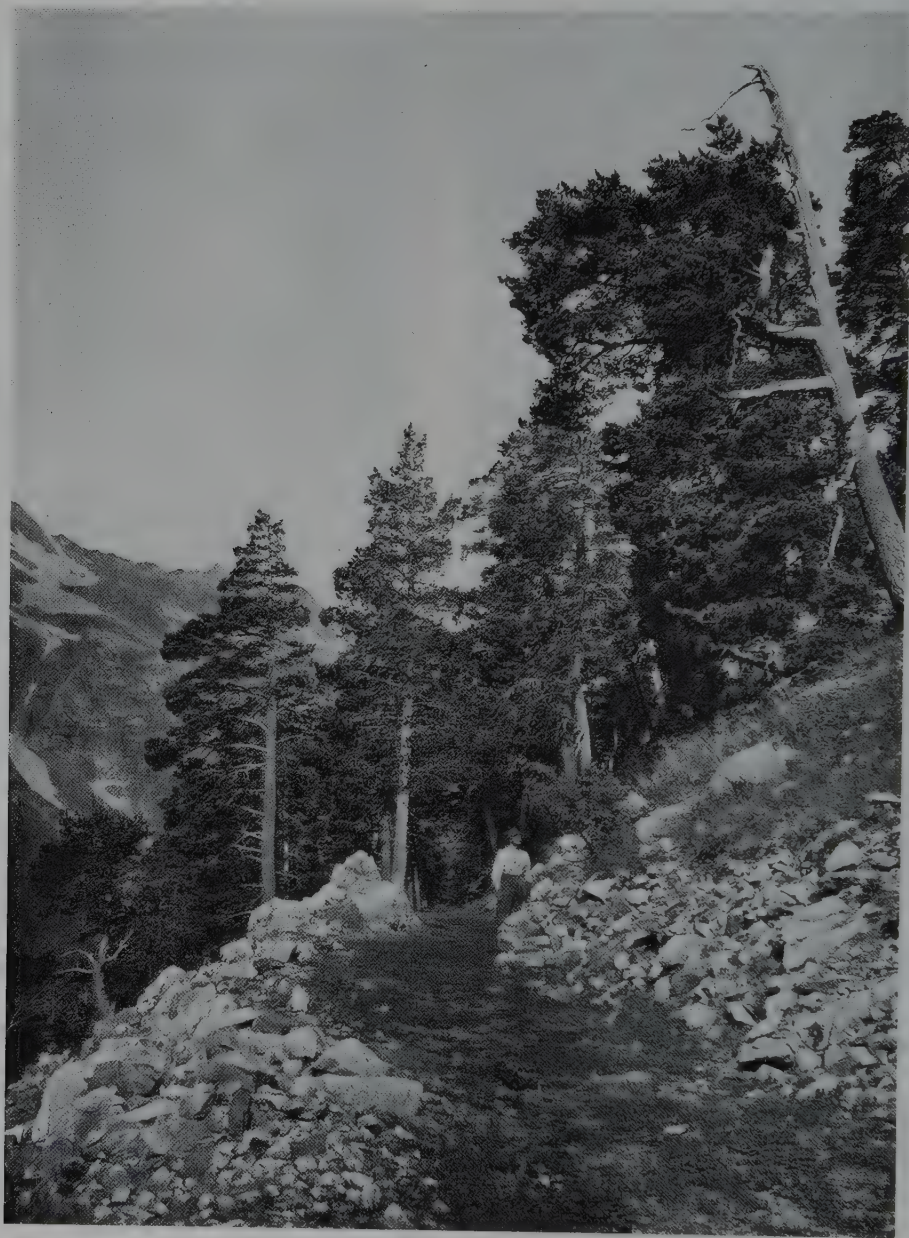


Abb. 344. *Pinus sylvestris*-Wald auf der trockenen Nordseite des Großen Kaukasus unterhalb des Kluchor-Passes bei 2100 m NN (Foto RÜBEL).

grenze zeichnen sich durch Hochstauden (*Aconitum orientale*, *Telekia speciosa*, *Campanula lactiflora*, *Symphytum asperum* u. a.) aus.

Meistens schieben sich zwischen diese und die alpine Stufe die subalpinen parkartigen Laubwälder mit *Betula* u. a. ein (Abb. 343).

Ähnlich wie bei den Buchenwäldern werden für die Tannenwälder folgende Gesellschaften genannt: *Abietum rhododendrosum*, *A. laurocerasosum*, *A. festucosum*, aber auch ein *A. struthiopteridosum*, das dem *Fagetum rubosum* nahe steht, und ein feuchtes (an Nordhängen) *A. filicosum* mit *Athyrium*, *Dryopteris*, *Petasites albus* u. a.

Die reinen Fichtenwälder gehören zur Gruppe der *Piceeta hylocomiosa* oder sind an Steilhängen und auf groben alluvialen Geröllen ein *Piceetum festucosum*.

Im kontinentalen Teil des Großen Kaukasus sind es Kiefernwälder, die für die Nadelwaldstufe bezeichnend sind, meist mit Birken. Man findet sie am ganzen Nordabfall vom Einzugsgebiet des Kuban bis zur östlichen Grenze der Waldverbreitung (Abb. 344). In Transkaukasien fehlen sie bis auf einige kleine Vorkommen im Einzugsgebiet der Tana und am Oberlauf der Kura sowie zerstreut in Föhntälern oder an trockenen Südhängen. Die vertikale Verbreitung reicht von 1000–1200 m bis 2100–2200 m NN.

Die Kontinentalität des Klimas in ihrem Bereich wird durch die Temperaturschwankungen von 55–67° angezeigt, die absoluten Minima sind –22 bis –31° C, die Jahresniederschläge betragen nur 468–689 mm (Abb. 345).

Diese Kiefern-Birkenwälder haben die Eiszeit sicher im Gebirge überlebt, dafür spricht, daß außer *Pinus sylvestris* auch eine besondere tertiäre Form derselben, die *Pinus hamata*, an der oberen Baumgrenze vorkommt. Die Birken sind durch 5 Arten vertreten, von denen *Betula verrucosa* (= *pendula*) und *B. litwinowii* (aff. *B. pubescens*) waldbildend sind, während *B. raddeana*, *B. medwedewii* und *B. megrelica* mehr lokal kleine Haine bilden, die letzte Art nur in der subalpinen Stufe auf Kalkgestein.

Beigemischt findet man in diesen Wäldern *Populus tremula*, *Sorbus boissieri*, *S. caucasigena*, *Alnus incana*, *Salix caprea* und andere Laubhölzer, im Westen auch *Acer trautvetteri*, im Osten *Quercus macranthera*. In der Strauchschicht treten auf: *Lonicera*, *Padus racemosa*, *Ribes biebersteinii*, *Grossularia reclinata*, *Viburnum lantana*, *Berberis vulgaris*, *Cotoneaster multiflora*, *Rosa* spp. u. a.

Die Krautschicht ist je nach Standort sehr verschieden; einerseits hat man Gesellschaften mit typischen borealen Arten (*Vaccinium vitis-idaea*, *V. myrtillus*, *Empetrum*, *Linnaea*, *Moneses uniflora*, *Pyrola* spp., *Goodyera*), andererseits an trockenen, oft steinigen Hängen solche mit Wiesenelementen. Sehr auffallend sind die Lilien, *Lilium kesselringianum* im Westen, *L. monadelphum* im Hauptgebirge, *L. szovitsianum* im Kleinen Kaukasus und *L. ledebouri* im Talysch.

Der Unterwuchs wechselt in diesen Kiefernwäldern sehr stark. Während an trockenen, steinigen Hängen Wiesensteppenelemente *Zerna* (*Bromus*) *riparia*, *Festuca sulcata*, *Koeleria luerseanii*, *Carex buschiorum* (nahe *C. humilis*), *Trifolium trichocephalum* u. a. vorherrschen, sind es in höheren Lagen *Zerna variegata*, *Festuca montana* und alpine Elemente (*Aster alpinus*, *Betonica grandiflora*, *Silene ruprechtii*); im inneren Dagestan in Höhenlagen von 1400–2300 m NN wachsen im Unterholz oft *Sorbus caucasica* und *Rhododendron caucasicum*, während die Bodenflora aus typischen borealen Elementen mit einer Moosschicht besteht (*Pineta hylocomiosa* und *vacciniosa*); es kommen aber auch vielschichtige krautreiche *Pineta* vor mit *Pteridium*, *Oxalis acetosella* und *Melica nutans*. In anderen *Pineta* sind es *Poa nemoralis* und *Calamagrostis arundinacea*; für Nordarmenien werden *Trifolium alpestre*, *Carex humilis* s.l., *Campanula alliariaefolia*, *Silene compacta* u. a. angegeben.

Eine besondere Gruppe bilden die Kiefernwälder der innerkaukasischen tiefen Talkessel Balkariens östlich vom Elbrus und südlich von Naltschik, die von den Gebirgsflüssen Uruch, den beiden Tschereks, dem Tschegem und dem Baksan durchflossen werden (STSCHUKIN). Das Klima gibt Abb. 345 wieder.

Der Boden der Talkessel ist 900–1500 m NN,

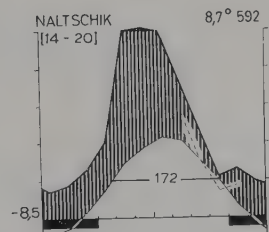


Abb. 345. Klimadiagramm von Naltschik in einem trockenen inneren Gebirgstal auf der Nordseite des Großen Kaukasus.

die Pässe sind 2500–2800 m und die Gipfel 3500–5000 m hoch. Die Kessel selbst sind dicht besiedelt, man findet jedoch eine interessante reliktsche xerophile Begleitflora der Kiefernwälder (*Salvia canescens*, *Kochia prostrata*, *Eurotia ceratoides*, *Astragalus aureus*, *Juniperus sabina*, *Ephedra* u.a.). Hier ist auch der einzige Fundort im Nordkaukasus vom irano-armenischen *Acantholimon glumaceum*, einem Igelpolster. Auf unzugänglichen Verebnungen der Felsabstürze sind Steppenfragmente vorhanden mit *Stipa pulcherrima*, *S. daghestanica*, *S. capillata*, *Andropogon ischaemum* und Wiesensteppenelementen (*Salvia pratensis*, *Filipendula hexapetala*, *Muscari racemosum*, *Iris pumila*, *Scabiosa ochroleuca*), die oberhalb von 1800–2000 m in artenreiche subalpine Wiesen oder Hochstaudenfluren übergehen. (Abb. 346–348).

f) Die subalpine und alpine Stufe (Abb. 323, I–I)

Die Grenze zwischen subalpiner und alpiner Stufe ist im Kaukasus je nach den extrem unterschiedlichen Verhältnissen an der Waldgrenze verschieden ausgebildet und nicht immer leicht zu ziehen.

i) Die subalpine Stufe

Diese reicht im feuchten maritimen Teil des Gebirgssystems bis 2100–2150 m, in den kontinentalen Teilen dagegen bis 2600–2700 m NN; die untere Grenze liegt 100–200 m tiefer.

Diese subalpine Stufe kann folgendermaßen aussehen:

- a) Krummholzartig durch niederwüchsige *Fagus orientalis* (Abb. 346) oder *Betula litwinowii*, bzw. im westlichen Transkaukasien *Quercus pontica*.
- b) Parkartig mit licht stehenden 3–4 m hohen, bis unten beasteten Bäumen (russisch = Redkolesje) von *Betula verrucosa*, *B. litwinowii* mit *Salix caprea*, *Sorbus boissieri*, *S. caucasigena* sowie *Acer trautvetteri*, aber auch an trockenen Südhängen mit *Pinus hamata*, seltener im Westen mit *Fagus* oder *Picea orientalis*, bzw. *Abies nordmanniana* oder im Osten *Quercus macranthera*.
- c) Gehölzfrei mit primären oder sekundären Wiesen aus *Brachypodium pinnatum*, *Calamagrostis arundinacea*, *Zerna* (*Bromus*) *variegata*

(Zentraler Kaukasus) unter Beimischung von *Anthoxanthum odoratum* sowie *Phleum alpinum* auf schwarzerdigen Gebirgswiesenböden.

- d) Steppenartig in den trockensten Teilen der Gebirge gleitend in die alpine Stufe übergehend.

Zu erwähnen wären auch auf steinigem Steilhängen und Schutthalden die *Juniperus*-Bestände (*J. pygmaea*, *J. depressa*, *J. sabina*).

Die Vegetationszeit in der subalpinen Stufe ist noch 3–4 Monate, die Julitemperatur über 10° C, die Niederschläge von 500 bis über 1300 mm im Jahr.

Die Böden sind bei guter Entwicklung der Gras- und Krautschicht humusreiche (über 15%), nicht podsolierte Rasenböden mit schwach saurer Reaktion, dagegen bei Ausbildung eines *Rhododendron caucasicum*-Unterwuchses mit Zwergsträuchern und *Nardus* stark saure, podsolierte Rohhumusböden.

Am weitesten verbreitet sind die parkähnlichen für maritime Verhältnisse bezeichnenden (S. 39) Birkenbestände auf gut befuchteten Böden mit Sträuchern (*Ribes alpinum*, *R. biebersteinii*, *Philadelphus caucasicus*, *Sambucus nigra*) und einem dichten Hochstaudenbestand: *Polygonatum verticillatum*, *Veratrum lobelianum*, *Arun-cus sylvestris*, *Ligusticum alatum*, *Athyrium filix-femina*, *Milium effusum* und dazu *Aconitum nasutum*, *A. orientale*, *Delphinium*-Arten, *Lilium szovitsianum*, *Heracleum pubescens*, *H. mantegazzianum*, *Tommasinia purpurascens* (Umbell.), *Digitalis ferruginea*, *Valeriana alliariaefolia*, *Cephalaria tatarica*, *Campanula lactiflora* (Abb. 347), *C. latifolia*, *Senecio nemorensis*, *S. platyphyllus*, *Geranium psilostemon*, *Inula magnifica*, *Telekia speciosa* u. a.

Viele Arten wie *Campanula* oder *Senecio* werden 2–2½ m hoch. Man unterscheidet zwei Hochstaudentypen, einen ohne untere Schichten und einen anderen aus 3 Schichten mit einer mittleren Krautschicht (*Dryopteris linnaeana*, *Oxalis acetosella*, *Pyrola minor* und *P. media*, *Asperula odorata* u.a.) und einer unteren Moosschicht. Diese beiden unteren Schichten zeigen Anklänge an die untersten Schichten der hochstaudenreichen Wälder.

Neben den Hochstauden-Fluren und mit ihnen abwechselnd wachsen in der subalpinen Stufe *Rhododendron caucasicum*-Bestände, die jedoch auf das westliche Hochgebirge beschränkt sind. Ganz im Westen findet man sie in allen



Abb. 346. Subalpine Hochstaudenwiesen mit *Fagus orientalis*-Bestand an der oberen Waldgrenze (Schneedruckwirkung) an einem Nordhang unterhalb des Kluchor-Passes (Foto Geobot. Inst., Stift. Rübel, Zürich).



Abb. 348. Alpine Matte bei der Station Kasbek an der Grusinischen Heerstraße (etwa 2500 m NN) mit viel *Rhododendron caucasicum* im Vordergrund, durchsetzt mit *Salix*-Arten; im Mittelgrund *Veratrum lobelianum*, sonst vereinzelt *Cirsium obvallatum*, *Geranium sylvaticum* u. a. (Foto PRITZEL).



Abb. 347. Vegetation der Waldlichtungen an der oberen Waldgrenze in den Schwarzen Bergen Balkariens: *Campanula lactiflora*, *Aconitum orientale* und *Struthiopteris filicastrum* (Foto STSCHUKIN).

Expositionen, weiter östlich nur in Nordlagen (Abb. 348). Sie sind z. T. sekundärer Natur. Über die *Rhododendron*-Büsche ragen oft *Sorbus*- und *Salix*-Arten hinaus; unter ihnen findet man *Deschampsia flexuosa*, *Empetrum nigrum*, *Vaccinium myrtillus*, *Dryopteris linnaeana*, *Lycopodium selago*, *Primula farinosa*, *P. ruprechtii*, *Dryas cau-*

casica u.a., am Boden schließlich eine Moosschicht.

Als dritte subalpine Formation wären die weiter verbreiteten subalpinen Wiesen zu nennen. GROSZHEIM unterscheidet 3 Gruppen, feuchte, mesophile und trockene, wobei die letzteren den Übergang zu den besonders im Kleinen Kaukasus vorkommenden Gebirgssteppen bilden.

Am weitesten verbreitet sind die mesophilen Wiesen, in denen die Kräuter überwiegen. Es werden genannt: 1. ein Inuletum mit dominierender *Inula glandulosa* und den bezeichnenden Arten *Veronica gentianoides*, *Ranunculus caucasicus* sowie den Gräsern *Anthoxanthum odoratum*, *Helictotrichon pubescens*, *H. versicolor*, *Bromus variegatus*, *Koeleria gracilis* u.a. (verbreitet im gesamten Großen Kaukasus und in Aserbeidschan), 2. ein Geranietum mit viel *Geranium ibericum* und *G. platypetalum* (verbreitet vor allem im Kleinen Kaukasus), 3. ein Scabiosetum mit vorherrschender *Scabiosa caucasica* (besonders typisch für das Karabach-Gebirge), 4. ein Trifolietum, in dem *Trifolium trichocephalum*, *T. canescens* und *T. ambiguum* von Bedeutung sind, oft mit grasreichen Varianten. Die feuchten Wiesen der Hauptkette findet man in den tieferen Relieftteilen. Eine wichtige Rolle spielen in den einzelnen Gesellschaften *Betonica grandiflora* oder *Colchicum speciosum*, bzw. *Anemone fasciculata* oder *Veratrum lobelianum*. Die trockenen subalpinen Wiesen sind besonders in Aserbeidschan verbreitet, wobei entweder *Zerna* (*Bromus*) *variegata* oder *Brachypodium pinnatum* vorherrschen.

Für noch trockenere Standorte sind sowohl im Großen als auch im Kleinen Kaukasus subalpine Gebirgssteppen typisch mit *Festuca varia* und anderen Horstgräsern sowie solchen Arten wie *Ranunculus oreophilus*, *Campanula collina*, *Trifolium ambiguum*, im Karabach auch *Centaurea fischeri*, *Erigeron orientalis*, *Campanula steveni* u.a.

Der Unterschied zwischen den Steppen- und Wiesen-Gräsern besteht in der Art des Horstwachstums (vgl. Abb. 349). Bei Steppengräsern sind die Horste mit der Basis in den Boden eingesenkt in einer kleinen Vertiefung, in der sich Regenwasser sammelt, z.B. bei *Festuca varia*, *F. sulcata*, *Koeleria gracilis* und *Stipa*-Arten. Im Gegensatz dazu stehen bei den Wiesen die Gräser auf kleinen Erhebungen, wodurch die Blätter mehr Licht erhalten (vgl. *Carex tristis*, *Zerna* (*Bromus*) *variegata*, *Helictotrichon asiaticum*, *H. pubescens*, *Phleum pratense*, *Deschampsia caespitosa* u.a.). Die Grenze zwischen subalpinen und alpinen Wiesen liegt etwa bei 2000 m NN; doch kommen große Abweichungen sowohl nach unten als auch nach oben von dieser Höhenangabe vor.

2) Die alpine Stufe

In dieser liegt die mittlere Jahrestemperatur um oder unter 0° C, die Julitemperatur meist unter 10°, eine frostfreie Periode fehlt. Die Jahresniederschläge sind nur im Osten weniger als 1000 mm, das Klima somit humid, wenn auch im Osten die alpinen Rasen im Spätsommer ausbrennen können.

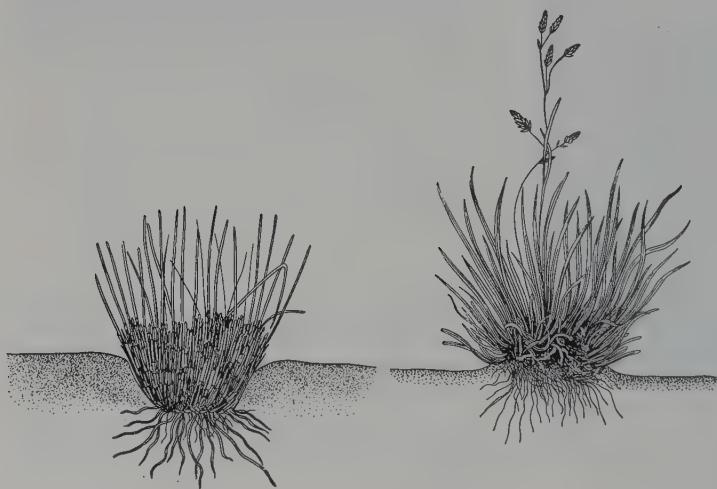


Abb. 349. Basalteile von Horstgräsern: links in der Steppe in den Boden eingesenkt und rechts bei Wiesengräsern auf kleiner Erhebung (nach BEJDEMAN, aus ALECHIN).



Abb. 350. Alpine Wiesen im westlichen Kaukasus (Teberda-Tal, 2700 m NN). Aspekt von *Anemone speciosa* (Foto V.N. PAVLOV, Univ. Moskau).

Die Böden sind oft Lithosole (Rohböden); auf tiefgründigen Böden kommt es zur Bildung von Alpenhumus, der auf Kalkgestein basengesättigt, sonst jedoch ausgelaugt und stark sauer ($\text{pH} = 4,7-5,4$) ist.

Die alpinen Gesellschaften sind noch mannigfaltiger als die subalpinen, doch lassen sich vier Haupttypen unterscheiden: alpine Wiesen (Abb. 350 und 351), alpine Matten, alpine Steppen und alpine offene Gesellschaften (an Felsstandorten und auf Schutthalden). Die alpinen Wiesen bestehen aus Grasarten oder Cyperaceen. Die wichtigste Art ist *Carex tristis*, die oft so dicht geschlossen wächst, daß andere Arten kaum Fuß fassen können. Dazu kommen *Carex huetiana* und *C. oreophila* und andere Carices, sowie *Kobresia bipartita*, von Gräsern *Colpodium versicolor*, *C. caucasicum*, *Briza marcowiczi* u.a. Die Pflanzendecke ist niedrig, etwa 10–30 cm hoch. Oft sind Flechten (*Cetraria islandica*, *C. nivalis*, *C. cucullata* u.a.) sowie Moose (*Rhytidium rugo-*

sum) stärker vertreten, wohl an Stellen mit geringerer Schneedecke.

Gramineen-Wiesen mit *Zerna* (*Bromus*) *variegata*, *Poa alpina*, *Festuca ovina* u.a. sind weniger häufig. Im Kalkgebiet von Aserbeidschan werden die Carices durch *Kobresia* (*Elyna*) *bellardi* ersetzt. Eine wichtige Rolle im gesamten Gebiet spielt auch *Nardus glabriculmis* (*stricta* s.l.), als Folge einer starken Beweidung.

Die alpinen Matten sind durch das Vorherrschen von Kräutern mit Rosetten oder polsterbildenden Arten gekennzeichnet. Während bei den Wiesen die Wurzeln in den oberen Bodenhorizonten einen dicken Filz bilden, sind die Wurzelsysteme der Kräuter verschieden ausgebildet. Man unterscheidet: 1. Rosettenpflanzen mit Pfahlwurzeln (*Campanula ciliata*, *C. collina*, *Plantago saxatilis*, *Chamaesciadium acaule* u.a.), 2. Rosettenpflanzen mit vielen dünnen Wurzeln (*Primula algida*, *P. ruprechtii*, *Androsace chamaejasme*), 3. Arten mit kriechenden Rhizomen oder

Ausläufern (*Alchemilla*-Arten, *Antennaria dioica* u. a.), 4. Polsterpflanzen mit dicken $\frac{1}{2}$ –1 m tiefgehenden Pfahlwurzeln.

Sehr charakteristisch sind die vielen *Alchemilla*-Arten, im Großen Kaukasus *A. caucasica*,

im Kleinen Kaukasus *A. erythropoda*, dazu *A. valdehirsuta* s. l., *A. sericea*, *A. rigida* u. a. Oft sind diese *Alchemilla*-Matten sekundärer Natur. In höheren Lagen werden solche Matten durch *Sibbaldia parviflora* und *S. semiglabra* gebildet.

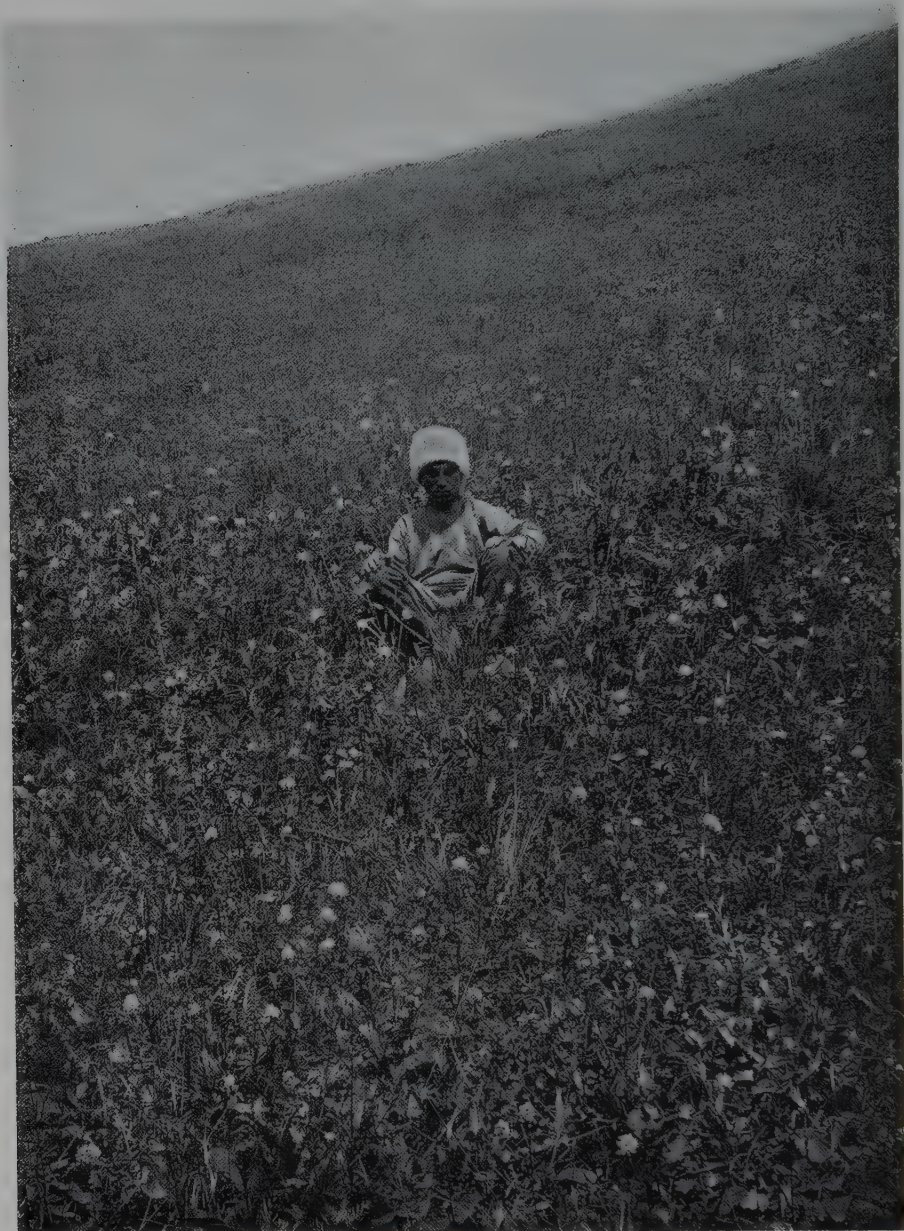


Abb. 351. Alpine Wiese unweit der Station Kasbek etwas über dem Kreuzpaß bei 2400 m NN: Viel *Polygonum bistorta*, sonst *Scabiosa canescens*, *Betonica grandiflora*, *Centaurea axillaris*, *Silene otites*, *Ranunculus acer* und an Gräsern *Phleum alpinum*, *Avena* spp. *Festuca* spp. u. a. m. (Foto PRITZEL).

Sie dürften Schneefelder mit kurzer Aperatur anzeigen. Eine große Rolle spielen in den Matten *Campanula tridentata* (Abb. 352), *Ranunculus oreophilus*, *Cerastium purpurascens*, *Taraxacum steveni* usw. Sehr reich ist die Flora der felsigen Standorte (Abb. 353).

In Trockengebieten findet man alpine Steppen mit *Festuca varia*. Dazu kommen die offenen Felsgesellschaften und solche auf Schutt- oder Geröllhalden. Namentlich im Gebiet der Kalkgesteine sind sie sehr artenreich und enthalten viele Arten der Gattungen *Draba*, *Saxifraga*, *Arenaria*, *Gypsophila* u. a. sowie viele Endemiten.

Im östlichen Teil des Großen und Kleinen Kaukasus unterscheidet PRILIPKO folgende alpine Wiesen:

a) Aus dichten Horstgräsern (*Festuca supina*, *F. ovina* s.l.), oft mit *Carex tristis* oder *Alchemilla caucasica*, bzw. *Kobresia humilis*. Die Zahl der Arten ist 20–35; häufig sind eine niedrige Form von *Zerna variegata* oder *Koeleria caucasica*, *Trifolium canescens*, *Thymus caucasicus*, *Th. nummularius* u. a. An feuchten Nordhängen findet man eine Variante mit *Carum caucasicum*, *Taraxacum steveni* u. a. als Übergang zu den hygrophilen Matten (s. unter e).

b) Trockenere *Festuca sulcata* – *Thymus eriophorus*, bzw. *Th. kotschyanus* – Typen im südlichen Transkaukasien mit geringerer Deckung, wobei außer *Koeleria* und *Zerna variegata* noch *Campanula simplex*, *Pedicularis armena*, *Alchemilla erythropoda* u. a. beige-mischt sind. Bei zu starker Beweidung im Sommer breiten sich Disteln aus (*Cirsium aduncum*, *C. tomentosum*, *C. obvallatum*).

c) Steppenartige *Festuca varia*-Alpenwiesen, die zungenförmig in die Waldstufe hinuntergehen und häufig sekundären Ursprungs sind; denn diese Grasart wird von Rindern nur im jungen Zustand gefressen. Die Zahl der Arten ist 40–90.

d) Nardeten, hauptsächlich im Großen Kaukasus in flachen Senken auf sauren Böden, meist sekundären Ursprungs (*Nardus* wird nur von Pferden gefressen). Die Gesellschaft ist artenarm (10–35 Arten). Feste, niedrige (8–12 cm) Rasen bilden *Kobresia capillifolia* und *K. schoenoides*, die xerophiler sind und östlicher vorkommen, wo sie die Futtergrundlage bilden. Kleinere Flecke bildet die 3–10 cm hohe *Kobresia humilis*.

e) Krautreiche Matten auf feinerdereichen Böden aus *Taraxacum steveni*, *Potentilla crantzii*, *P. argaea*, *P. gelida* u. a., verschiedene *Alchemilla* spp., *Campanula tridentata* u. a., *Minuartia aizoides*, *M. oreina*, *Sibbaldia parviflora*, *Macrotomia echinoides*, *Pedicularis crassirostris*, *Trifolium ambiguum*, *T. elizabethae*, *Plantago saxatilis*, *Veronica gentianoides*, *Myosotis alpestris*, *Ranunculus caucasicus* u. a. Oft herrschen einzelne Arten vor. Die *Alchemilla*-Arten, *Sibbaldia* und *Macrotomia* (Borag.) werden durch die Beweidung begünstigt.

f) Typische Arten auf Schutthaldden sind: *Saxifraga moschata*, *S. adenophora* u. a., *Campanula petrophila*, *C. trautvetteri*, *C. ruprechtii* (in der Flora von GROSZHEIM werden 90 *Campanula*-Arten angeführt), *Jurinea depressa*, *J. subacaulis*, *Cerastium multiflorum*, *Draba bryoides*, *D. globifera*, *D. bruniifolia*, *D. siliquosa*, *Minuartia oreina* u. a., *Alchemilla* spp. Endemische Arten sind *Campanula meyeriana*, *C. ciliata*, *Saxifraga pontica*, *Pseudovesicaria digitata*, *Draba mollissima*, *D. incompta*, *Alyssum globosum*, *Galium vartani*, *G. kiapazi*, *Pyrethrum ordubadense*, *P. kubense* u. a.

Die nivale Stufe beginnt im Westen der Hauptkette bei 3090 m NN, im Osten bei 4600 m. Mit zunehmender Kontinentalität in östlicher Richtung erhöht sich ihre Lage auf den Nordhängen um 650–700 m, auf den Südhängen um 600 m. Die Zahl der Gletscher beträgt im Kaukasus 1400 und die Eisfläche insgesamt 2000 km²; sie fehlen im trockenen östlichen Teil. Im Kleinen Kaukasus findet man nur einzelne mit ewigem Schnee bedeckte Gipfel.

Die alpine und insbesondere die nivale Vegetation ist infolge der Unzugänglichkeit vieler Teile des Gebirges relativ wenig erforscht. Eine Schilderung gibt RADDE auf S. 306–400 mit langen Artenlisten auch vom Ararat (Höhenangaben noch in Fuß).

Am Rande der Schneefelder wachsen *Ranunculus trisectilis*, *R. oreophilus*, *Primula algida*, *Campanula tridentata*, *Gentiana dshimilensis*, *Alchemilla sericea*, *Sibbaldia semiglabra*, *S. parviflora*. Für den kleinen Kaukasus werden direkt an Firmflecken angegeben: *Chamaemelum (Anthemis) melanoloma*, *Oxyria elatior*, *Alopecurus glacialis* u. a.

g) Transkaukasische Steppen und Halbwüsten

1) Allgemeines

Zu den Wüsten gehört nur die Halbinsel Apsherom mit Baku, dessen Klimadiagramm (Abb. 324) mit 187 mm Regen sich nur wenig von dem von Krasnowodsk auf der gegenüberliegenden, mittelasiatischen Küste des Kaspischen Meeres unterscheidet. Sonst kann man die aridesten Teile Transkaukasiens noch zu den Halbwüsten stellen. Sie nehmen die ganze Kura-Arax-Niederung ein und reichen Kura aufwärts fast bis Tbilisi (Abb. 357, 9 u. 11). Ebenso ziehen sie sich am Westufer des Kaspischen Meeres von



Abb. 352. Alpine Stufe im oberen Rziwaschka-Tal: Matten mit *Viola altaica*, *Pedicularis crassirostris*, *Campanula tridentata*, *C. ciliata* u.a. (Foto STSCHUKIN).



Abb. 353. Alpine Felsflora auf Granit im oberen Rziwaschka-Tal: *Campanula anomala* und *Gypsophila tenuifolia* (Foto STSCHUKIN).



Abb. 354. Naturschutzgebiet Waschlowani im östlichen Grusinien (Georgien) mit Baumfluren von *Pistacia mutica* inmitten eines *Artemisia fragrans*-Teppichs (Foto V. N. SUKATSCHEV).

Baku bis fast Derbent (Abb. 357, 4) und gehen auf den Vorbergen bis 400–600 m NN hinauf. Ein weiterer Bereich von Gebirgshalbwüsten ist Südarmenien und das Gebiet Nachitschewan in einer Höhe von 1000–1500 m NN (Abb. 357, 13).

Die transkaukasischen Halbwüsten unterscheiden sich von den nordkaukasischen durch ihren mehr südlichen, fast mediterranen Charakter. Sie gehen bei zunehmenden Niederschlägen nicht direkt in Steppen über, sondern zunächst in Baumfluren mit einzelstehenden niedrigen Bäumen von *Pistacia mutica* oder *Juniperus* spp. (Abb. 354); allerdings sind diese nur an wenigen Stellen erhalten geblieben, meist wurden die Holzpflanzen völlig herausgeschlagen. Von subtropischen Halbwüsten kann man nicht reden, dazu sind die Wintertemperaturen mit Minima von -16° bis -26° C zu niedrig.

Die Mugansche «Steppe» südöstlich vom Arax-Unterlauf, ebenso wie die Milsche zwischen Arax-Unterlauf und Kura und Schirwan-Steppe nördlich der Kura sind Halbwüsten mit verbreiteten Salzböden; denn sie waren ursprünglich ein kaspischer Meerbusen, der durch die Ablagerungen der Kura und des Arax ausge-

füllt wurde. Sonst sind die Böden der Halbwüste meist Seroseme, in den Randgebieten auch Kastanienerden. Über die ökologischen Verhältnisse vgl. BEJDEMAN et al. 1962 und WALTER 1968, S. 774–779.

Große Teile der Halbwüsten in den Niederungen hat man in bewässertes Kulturland übergeführt (Abb. 355), auf dem Baumwolle, Luzerne, Wein u. a. angebaut werden, 1966 auf insgesamt 130 Millionen Hektar. Wir wollen hier nur die natürlichen Pflanzengemeinschaften behandeln.

2) *Artemisia*-Halbwüste

An erster Stelle ist die Wermuthalbwüste zu nennen. Die vorherrschende Art ist der Halbstrauch *Artemisia meyeriana* = *hanseniana* (*A. maritima* s.l.), am mittleren Arax *A. fragrans*, bzw. in Armenien *Artemisia erivanica*. Zu ihnen gesellen sich Therophyten, d. h. Ephemeriden in großer Zahl (über 70% der Gesamtarten, wobei außer *Poa bulbosa* und *Colpodium humile* die meisten Arten keine Gräser sind); schließlich spielen in der Halbwüste als Bodenschicht die Alge *Nostoc commune* und Flechten, wie *Collema*

granulatum und *Squamarina muralis* eine große Rolle.

Die Wermuthalbwüste bedeckt in Aserbeidschan und zum Teil in Armenien große Flächen auf deluvialen Berghängen der unteren Lagen bis 500–600 m NN, sie kommt aber auch vor auf alluvialen Ablagerungen im Kura- und Araxtal mit Böden, die zu nicht salzigen, hellen

und dunklen Kastanienerden zu rechnen sind.

Im Frühjahr blühen die Therophyten, im Mai–Juni die schönen *Iris elegantissima* und *Eryngium nigromontanum*, im Herbst die Artemisien. Der kalte Winter und der heiße Sommer sind Ruheperioden.

Mit zunehmender Höhe in Kabristan (Vorberge der Schemacha) ebenso wie um Nachit-

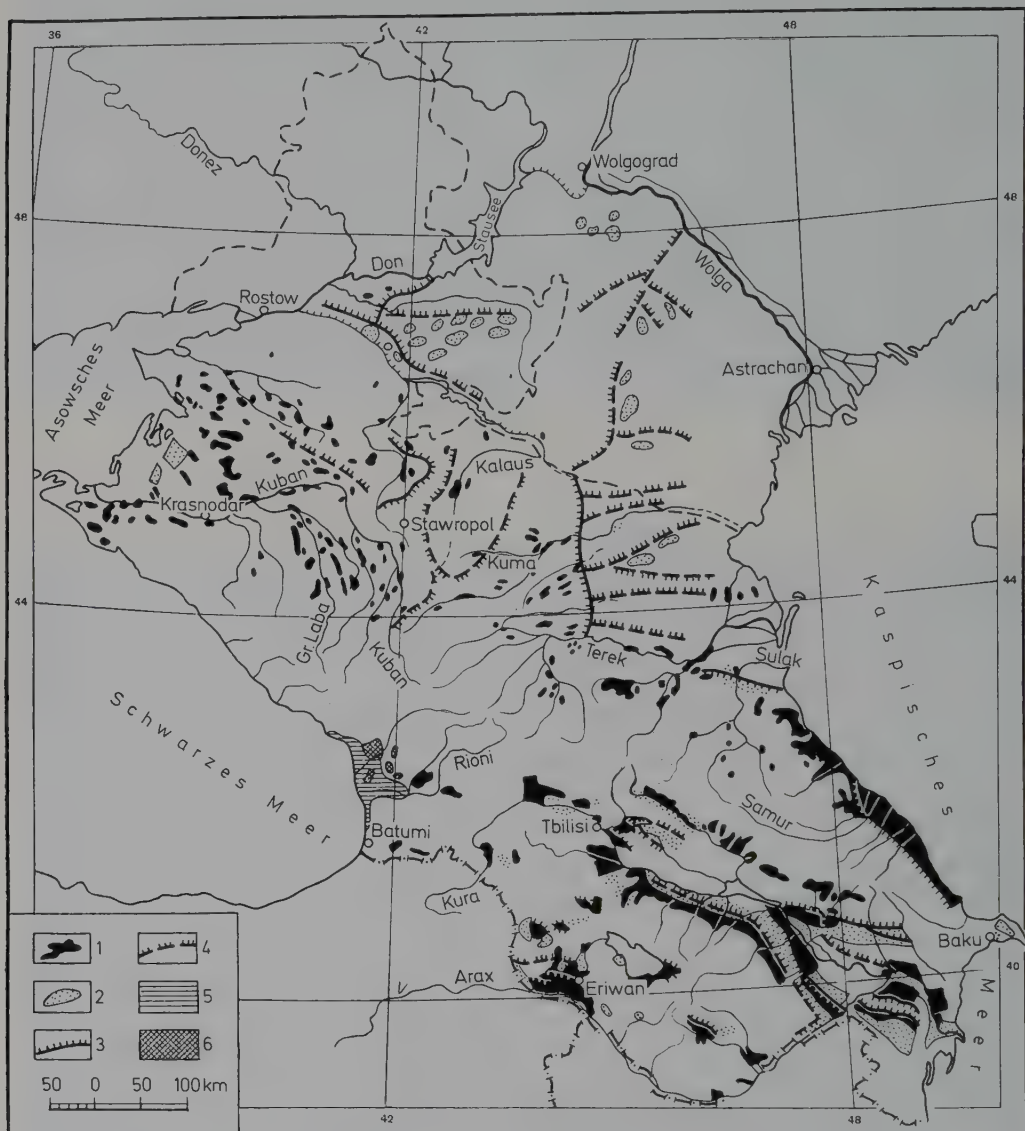


Abb. 355. Bewässerungs- und Entwässerungsarbeiten im Kaukasus (nach MARKOV, aus GERASSIMOV): 1 bewässerte und 2 für die Bewässerung vorgesehene Flächen; 3 bestehende und 4 projektierte Bewässerungskanäle; 5 im kolchischen Gebiet entwässerte und 6 zur Entwässerung bestimmte Flächen.

schewan nimmt die Halbwüste Steppencharakter an, indem sich *Stipa schmidtii*, *Agropyrum caespitosum*, *Koeleria gracilis* und andere Grasarten sowie Kräuter, insbesondere *Allium dictyoprasum* u.a. hinzugesellen. Mehr im Westen tritt vor allem *Andropogon ischaemum* auf und leitet zu den entsprechenden Steppen über. Eine eigenartige Variante bildet die *Artemisia*-Halbwüste in der Muganschen und Milschen-Steppe in Osttranskaukasien. Dort ist *Artemisia* mit *Capparis spinosa* vergesellschaftet und kann durch letztere vollkommen verdrängt werden. Diese *Capparis* gilt als Unkraut; es ist deshalb nicht ausgeschlossen, daß es sich um eine sekundäre Pflanzengemeinschaft handelt. Die Wermut-Halbwüste dient als Winterweide.

3) *Salsola*-Halbwüste und andere Halophytengemeinschaften

Auf den verbrackten Böden fehlt *Artemisia*. Die Halbwüste wird hier von *Salsola*-Arten, ebenfalls mit vielen ephemeren Therophyten (mehr sommerannuelle), aber außer *Nostoc* von keinen anderen niederen Pflanzen gebildet. Im Gegensatz zum Artemisietum überwiegen im Salsoletum unter den Ephemerem die Gräser (*Agropyrum triticeum*, *A. orientale*, *Phleum paniculatum*, *Hordeum leporinum*, *Bromus japonicus* u. a.); sie dürften in den oberen im Frühjahr nicht salzhaltigen Bodenschichten wurzeln. Die Sprosse von *Salsola dendroides* sterben im Winter ab; im Frühjahr treiben neue von der Sproßbasis aus. Die Pflanze hat ein starkes, tiefgehendes Wurzelsystem. Diese Salsoletum-Gemeinschaft findet man auf den Salzböden der Alluvionen entlang der Kura und des Arax gleich hinter dem Galeriewaldstreifen, vor allem aber wieder in der Muganschen und Milschen Steppe.

Nimmt die Versalzung der Böden zu, dann verschwindet *Salsola dendroides*. Es treten einjährige, sommerannuelle Chenopodiaceen auf, wie *Salsola crassa*, in der westlichen Kura-Niederung auch *Gamanthus pilosus*, auf den Ebenen und Vorbergen Armeniens und um Nachitschewan *Seidlitzia florida* oder im Osten *Petrosimonia brachiata*.

Im Süden Transkaukasiens sind oft auch die deluvialen Berghänge, z. B. in Kabistan und um Nachitschewan, leicht versalzen. Auf diesen findet man die kleinstrauchige *Salsola nodulosa* zusammen mit *Artemisia* und vorwiegend sommerannuellen halophilen Ephemerem. Es können

aber auch andere Halophyten sein, wie *Suaeda dendroides*, *Salsola glauca* oder *Halanthium rari-folium*.

Oft bilden die *Artemisia*- und die *Salsola dendroides*-Gemeinschaften Mikrokomplexe, wie sie im Halbwüstengebiet so häufig sind: Die leicht erhöhten Teile werden von *Artemisia* eingenommen, die verbrackten kleinen Senken von *Salsola*.

Andererseits gibt es in der *Salsola dendroides*-Halbwüste größere Vertiefungen, die feucht und oft nicht versalzen oder in verschiedenem Grade versalzen sind. Diese Vertiefungen werden als «Tschaly» bezeichnet und zeichnen sich durch eine charakteristische hydrophile Vegetation aus:

- a) *Cynodon dactylon*-Rasen in der Karabachsteppe,
- b) *Alhagi pseudalhagi*-Bestände mit *Cynodon dactylon*,
- c) *Artemisia szovitsiana* in weniger vertieften Tschaly,
- d) *Prosopis stephaniana*-Bestände auf lockerem Boden der Tschaly in der Milschen und Muganschen Steppe,
- e) *Glycyrrhiza glabra*-Bestände in der Schirwan- und Karabachsteppe, leichte Versalzung vertragend,
- f) *Limonium (Statice) meyeri* mit einer Pfahlwurzel in oberflächlich wenig feucht erscheinenden Tschaly mit einer gewissen Verbrackung in der Karabach- und Schirwansteppe,
- g) *Aeluropus repens*-Rasen auf feuchtem, versalzenem Boden,
- h) Tschaly mit Bulten-bildenden *Puccinellia bulbosa*, *P. gigantea* oder *P. palustris* auf feuchtem, versalzenem Boden.

An vielen Stellen der Schirwan-Steppe und im nördlichen Teil der Muganschen Steppe sind die Tschaly so häufig, daß die erhöhten Teile stark zurücktreten.

4) Halophyten auf Solontschakböden und Sandpflanzen

Die nassen, stark versalzenen Solontschakböden kommen oft in der Halbwüste, fleckenweise bei hohem Grundwasserstand vor. Auf ihnen wachsen nur ausgesprochene Halophyten. Im Steppengebiet Karajasy und Kasach in der SE-Schirwan-Steppe ist auf solchen Böden der Strauch *Salsola ericoides* mit den Sommerannuellen *Sphenopus divaricatus* (Gram.) und *Limonium spicatum* verbreitet.



Abb. 356. Aragwa-Tal bei Mzcheti (nördl. Tbilisi). Hänge mit Schibljak, vorne *Paliurus* (Foto Geobot. Inst., Stift. Rübel, Zürich).

Es sind aber auch ausgedehnte nasse Salzpflanzen vorhanden, z. B. Schor-Göl in der Mil-schen Steppe, Gadschi-Jeltschi in der Mugansteppe u. a. Es kommt bei diesen meist zu Zonationen: 1. *Halocnemum strobilaceum*, die stärkste Versalzung vertragend und auf kleinen angewehnten Hügelchen wachsend, 2. *Halostachys caspica* – Zone mit halophilen Ephemeriden, 3. *Kalidium caspicum*, meist auf Bulten wachsend und hauptsächlich im Osten die Umrandung der Salzseen bildend.

Auch vegetationslose Salzpflanzen («Schory») findet man im südöstlichen Teil der Schirwansteppe. Sie waren, wie man auf alten Karten sehen kann, 1829 noch vom Wasser des Kaspischen Meeres bedeckt, dessen Wasserspiegel ständig sinkt; die Uferlinie lag früher weiter westlich. Andererseits ordnen sich als Zonen parallel zum jetzigen Meeresufer reine ephemere Gesellschaften an, die aus einjährigen, nicht halophilen Gräsern bestehen: Am nächsten zum Meer *Hordeum gussoneanum*, dann *Hordeum leporinum* und am weitesten vom Ufer entfernt *Bromus japonicus*. Offensichtlich handelt es sich um einen sandigen Boden, von dem im Frühjahr nur die oberen Schichten befeuchtet werden, und der im Sommer nach dem Fruchten der Ephemeriden ganz austrocknet. Bei tieferer Durchfeuchtung wachsen am Kaspischen Ufer *Convolvulus persicus*, *Tournefortia sibirica* und *Elymus giganteus*,

d. h. andere Arten als im Kaukasus am Schwarzen Meer, wo man *Calystegia soldanella*, *Eryngium maritimum*, *Euphorbia pubescens*, *E. paralias* u. a. findet. Für bewegten Sandboden der Mil-schen Steppe wird *Corispermum laxiflorum* v. *caucasicum* angegeben, für fortschreitend verfestigte Sandböden *Alhagi pseudalhagi*, *Prosopis stephaniana* und schließlich *Artemisia scoparioides* mit *Onopordon heteracanthum*. Sobald sich eine Humusschicht gebildet hat, kommt man zu Steppen mit *Stipa szovitsiana*.

h) Xerophile Vegetationstypen der Gebirge

Es handelt sich meistens um durch Beweidung stark degradierte Flächen vom Garigue-, Phrygana- oder Schibljak-Charakter mit einer je nach der Gegend sehr unterschiedlichen Flora von Arten, die vom Vieh nicht gefressen werden und die den Verbiß vertragen.

Im Westen sind häufig *Daphne oleoides* mit *Astragalus microcephalus* anzutreffen, im zentralen und östlichen Teil Kaukasiens *Astragalus caucasicus*, *Rhamnus pallasii*, *Caragana grandiflora*, *Spiraea hypericifolia*, *Cotoneaster* spp., *Cerasus incana*, *C. microcarpa*, *Amygdalus georgica* u. a. Im Süden treten viele stachelige *Astragalus*-Arten auf, *Zygophyllum atriplicoides*, *Hymenocrater bituminosus*, und der schön blühende Strauch *Halimodendron argenteum*. Das sind schon mittelasiatische Elemente.

Im zentralen und östlichen Transkaukasien und im Nachitschewan-Gebiet findet man zusammen mit den Igelpolstern von *Acantholimon fominii* und *Astragalus*-Arten viele botanisch interessante Endemiten: *Campanula mirabilis*, *Psephellus barbei* (Comp.), *Scabiosa olgae*, *Phaeopappus amblylepis*, *P. steveni*, *Jurinea elegans*, *Salvia garedjii*, *S. limbata*, *Ajuga chamaecistus*, *Johrenia candelae* (Umbell.) u. a.

Besonders typisch ist die xerotherme Vegetation in Hocharmenien und im Nachitschewan-Gebiet entwickelt. RADDE gibt von ihr auf S. 285–306 eine anschauliche Schilderung mit einer Liste der wichtigsten Pflanzenarten. Der Anteil iranischer Elemente ist sehr groß und auch die Igelpolsterpflanzen sind auf steinigten Böden bis zur subalpinen Stufe stark vertreten, vor allem die dornigen *Astragalus*-Arten aus der Section *Tragacantha* mit etwa 17 Arten; von diesen kommt *Astragalus coarctatus* noch in einer Höhe von 3000–3600 m NN vor. Dazu kom-

men 13 *Acantholimon*-spp. (Plumbag.) und die dornige *Onobrychis cornuta*. Sehr merkwürdig sind die halbkugeligen Polster mit einem Durchmesser von 1–1,5 m der *Gypsophila aretioides* (Abb. RADDE S. 292), die an abgerundete rundliche Felsblöcke erinnern, ähnlich wie die *Fredolia aretioides* vom Nordrand der algerischen Sahara.

Einen anderen Typus stellen die *Paliurus*-Bestände (als Schibljak bezeichnet, Abb. 356) dar, die meistens sekundär an Stelle von abgeholzten Wäldern auftreten, z. B. in der Umgebung von Tiflis. Aber *Paliurus* dürfte im Kaukasus auch primäre Bestände bilden und zwar in Tälern als Saum von Auenwäldern. Von diesen primären Standorten hat er sich epizoochor im gesamten Gebiet mit mediterranem Klimacharakter ausgebreitet, da er weidefest und kaum auszurotten ist. Heute findet man ihn auch in Griechenland, namentlich dort, wo *Quercus coccifera* durch tiefe Wintertemperaturen ausgeschlossen ist (innere Beckenlandschaften), er ist aber auch weit verbreitet an der Adria.

i) Moor- und Sumpfvegetation

Nur ganz kurz sei auf die Moore hingewiesen. Sie fehlen in den humiden Gebirgsteilen nicht, spielen jedoch bei der großen Steilheit der Hänge nur eine geringe Rolle. Am weitesten sind sie in der Kolchischen Niederung verbreitet. Dort sind es hauptsächlich Magno-Cariceten-Moore. Im Wasser findet man interessante Reliktartern, wie *Castalia colchica* (Nymph.), *Rhamphicarpa medwedewi* (Scroph.), *Hibiscus ponticus*, *Rhynchospora caucasica*, *Trapa colchica*. Die Meliorationsmaßnahmen haben die Moorflächen sehr verringert.

Auch *Sphagnum*-Moore kleineren Ausmaßes kommen im Kolchischen Gebiet vor. Auf diesen wurde als Seltenheit *Drosera rotundifolia* entdeckt; häufiger sind *D. anglica* und *D. intermedia*. *Aldrovanda vesiculosa* scheint dagegen in den stehenden Gewässern nicht selten zu sein.

Im zweiten humiden und warmen Klimagebiet – dem Talysch im Osten – findet man ähnliche Magno-Cariceten-Moore mit viel *Iris pseudacorus* und mit südlichen Arten wie *Bergia aquatica* (Elatin.), *Ludwigia palustris* (Onagr.), *Annumania* spp. und *Rotala indica* (Lythr.), *Trapa hyrcana* u. a. An den Ufern versumpfter Seen in der Milschen und Schirwansteppe kommt die indische Lotusblume (*Nelumbo nucifera*) vor,

doch ist es nicht ausgeschlossen, daß die Samen dieser Art eingeschleppt wurden. Einige Autoren bezeichnen die Art als *Nelumbo caspica*, weil die Zahl der Samen auf den Placenten geringer ist und auch sonst noch kleinere Unterschiede festzustellen sind. Das spricht gegen den adventiven Charakter des Vorkommens. Auch *Lippia nodiflora* und *Eclipta marginata* in der osttranskaukasischen Niederung sind erwähnenswert.

k) Die natürlichen Großlandschaften Kaukasiens

Das gesamte kaukasische Gebiet läßt sich mit den dazugehörigen Höhenstufenfolgen in 14 natürliche Einheiten gliedern (Abb. 357). Wir wollen von diesen abschließend eine kurze Beschreibung geben, die das bereits Ausgeführte zusammenfaßt und die heutigen Verhältnisse schildert.

1) Westlicher Teil des Vorderen Kaukasus (Abb. 357, 1)

Dieses Gebiet wird im Norden von der Manjtsch-Kuma-Senke begrenzt, im Osten durch die Stawropol-Erhebung, im Süden durch die Wasserscheide des kaukasischen Hauptkammes und im Westen durch das Asowsche Meer. Es handelt sich um die Kuban-Niederung, die hügelige Landschaft der 250–300 m NN hohen Vorberge und den Nordabfall des Gebirges, der durch zahlreiche Flüsse in N-S-Richtung in einzelne Abschnitte zerteilt wird. Das Gebirge steigt von 600 m hohen Bergen im Westen auf 2852 m NN im Osten an. Klima und Vegetation wurden auf S. 372 ff. bereits besprochen.

Das Gebiet umfaßt die Steppenzone in 50–150 m Höhe mit den Auenwaldresten am Kuban und dem an die Stelle der Steppe getretenen Ackerland. Angebaut wird Winterweizen, Mais, Reis, Sonnenblume, auch Gerste, Hafer, Zuckerrübe und Hanf. Dazu kommen Kürbis, Melonen und an Obst Kern- und Steinobst (auch Aprikosen) sowie Wein. Es folgt bis 600 m NN die Waldsteppenzone mit denselben Kulturen und nur wenigen Waldresten.

Die Eichenwaldstufe im Gebirge reicht bis 1000 m NN. Sie ist ebenfalls zum größten Teil Acker- und Gartenland. Außer Getreide wird Kartoffel und Tabak angebaut; beim Obst spielt das Kernobst die Hauptrolle, dazu Erdbeeren.

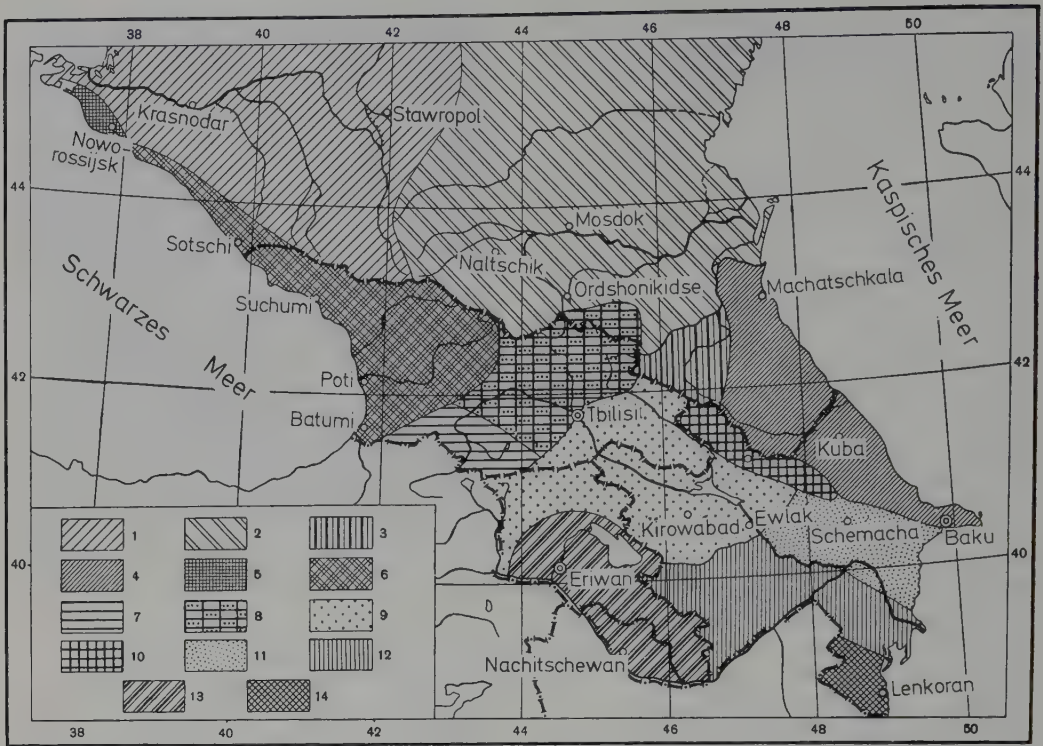


Abb. 357. Schema der Großlandschaften Kaukasiens (nach GULISSASCHVILI): 1 = westl. Nordkaukasus, 2 = Zentraler Nordkaukasus, 3 = Dagestan, 4 = östl. Nordkaukasus, 5 = mediterranes Gebiet von Nowo-rossijsk, 6 = Kolchisches Gebiet, 7 = Meschet-Dshawachetien, 8 = Ober-Kartalinien, 9 = Zentral-Transkaukasien, 10 = Alasan-Gebiet, 11 = Schirwan-Gebiet, 12 = Sangesur-Karabach-Gebiet, 13 = südl. Transkaukasien, 14 = Talysch-Lenkoran-Gebiet.

In der Buchenwaldstufe (1000–1500 m NN) sind die Wälder erhalten geblieben. Soweit es keine Schutzwälder gegen Bodenerosion sind, werden sie forstlich genutzt. Auf den kleineren Ackerflächen wird Gerste, Roggen und Weizen sowie Kartoffel angebaut, an Obst findet man Äpfel, Birnen und Pflaumen.

In der Tannen-Fichten-Stufe, deren obere Grenze bei 2300 m NN liegt, spielt neben der Forstwirtschaft nur noch die Viehhaltung auf sekundären Wiesen und Weiden eine Rolle. Noch größere Flächen nehmen z.T. primäre Wiesen und Weiden in der subalpinen Stufe mit Parklandschaftscharakter ein. Die alpine Stufe wird nur im östlichen Teil dieses Gebietes mit höheren Bergen erreicht. Die alpinen Matten und *Nardus*-Rasen dienen als Sommerweide. Es sind eine Reihe von kleineren Gletschern im Einzugsgebiet des Kuban und seiner Nebenflüsse vorhanden (Abb. 350).

2) Zentraler Teil des Vorderen Kaukasus (Abb. 357, 2)

Zu diesem Gebiet gehört der Steilabfall der Stawropol-Höhen zur Terek-Kuma-Niederung, das vulkanische Gebiet um Pjatigorsk, die seitlichen Gebirgszüge mit den Ebenen dazwischen, der Nordabfall des Hauptgebirgsrückens mit den höchsten Gipfeln des Kaukasus und die weite Verebnung in der subalpinen Stufe. Die Landschaften sind sehr verschiedenartig.

Die Halbwüstenzone mit dem Kuma-Sandgebiet nimmt den tiefsten östlichen Teil ein; sie dient nur als Winterweide. Dasselbe gilt für die Steppenzone im trockenen Nordosten; sonst wird hauptsächlich Sommerweizen angebaut, z.T. Buchweizen, Hirse und Sonnenblume, von technischen Kulturen Lein, Senf und Rizinus.

In der Waldsteppe über 250–300 m NN sind Waldreste nur an den Hängen der Stawropol-

höhen und an den Nordhängen der Vorgebirge erhalten geblieben. Die landwirtschaftlichen Kulturen sind dieselben wie in der Steppe; die wichtigsten Obstsorten sind Aprikose, Kirsche, Pflaume, Apfel, Birne und Maulbeerbaum.

Die Eichen- und Buchenstufen entsprechen denen im Westen, aber darüber folgt eine Kiefern-Birkenstufe mit dem Höhenkurort Darjal u. a. Landwirtschaftlich von Bedeutung sind die weiten Wiesen- und Weideflächen, von geringer der Getreide- und Kartoffelanbau. Obst leidet bereits unter Spätfrösten.

Sowohl die offene subalpine, als auch die alpine Stufe dienen als Sommerweide, die nivale ist maximal ausgebildet.

3) Innerer Gebirgs-Dagestan im Nordkaukasus (Abb. 357, 3)

Wie wir bereits auf Seite 375 erwähnten, handelt es sich um eine wilde Gebirgslandschaft, in der die Bevölkerung nur auf terrasierten Flächen Ackerbau treiben kann. Bis 1500 m NN wird Mais angebaut, darüber Weizen und Gerste. Neben Gemüse spielen auch Obstkulturen (Aprikosen, Maulbeerbaum, auch Kernobst) eine Rolle, weniger der Weinbau. Die schwach ausgebildete Waldstufe ist weitgehend abgeholzt. Die subalpinen Wiesen und Weiden dienen der Viehhaltung, die alpinen der Sommerweide.

4) Östlicher Teil des Nordkaukasus: (Abb. 357, 4)

Er erstreckt sich zwischen dem Gebirge und dem Kaspischen Meer weit nach Süden. Die Niederungswälder im Deltagebiet der vielen vom Gebirge kommenden Flüsse sind in Kulturf Flächen umgewandelt worden mit z. T. südlichen Obstsorten wie Mandel, Hasel, Walnuß, Feigen und Granatäpfeln. Sonst wird die Halbwüste im Küstengebiet, soweit man sie nicht bewässern kann, nur beweidet. Die Bewässerung ist auch in der Waldsteppenstufe an den Vorbergen von Bedeutung. Kultiviert wird Wein, Aprikose, Pfirsich, Maulbeerbaum, aber auch noch Mandel, Feige und Granatapfel.

Die Waldstufe von 300–400 m bis 1000 m NN mit *Quercus iberica* dient zum größten Teil dem Ackerbau und den Obstkulturen. In den Restwäldern wurden die Wildobstbäume mit Kultursorten von Apfel und Birne veredelt.

In der Buchenwaldstufe darüber bis 1500 m NN tritt die Landwirtschaft zurück, doch wird noch viel Kartoffel angebaut; an Obst findet man Äpfel, Birnen, Pflaumen und Kirschen. Da das Gebirge nach SE rasch an Höhe abnimmt, entfällt auf die Birken-Kiefern-Stufe nur eine kleine Fläche. In ihr sind neben Getreide und Kartoffelanbau Wiesen verbreitet. Die subalpine und noch mehr die alpine Stufe fehlen fast ganz.

5) Das Gebiet von Noworossijsk: (Abb. 357, 5)

Diese kleine Landschaftseinheit liegt am Südfuß des westlichsten Teiles des Hauptgebirges und reicht nach Osten bis zum 38° E. Der Küstenstreifen am Schwarzen Meer ist sehr schmal. Das Gebiet zeichnet sich durch relative Trockenheit namentlich im Sommer aus und schließt sich in dieser Beziehung an die Südkrim an.

In den tiefen Lagen spielt der Tabakanbau eine Rolle neben Weizen und Gerste. Außer den üblichen Obstarten gedeihen hier auch Feigen, Walnüsse, japanische Mispeln und Wein. Die Hänge der Berge sind bewaldet vor allem mit Eichenmischwald und etwas Buche in den höheren Teilen. Die Wasserscheiden der noch niedrigeren Berge sind nach Entwaldung von sekundären Steppen oder Kulturland bedeckt. Sowohl Tabak als auch Kartoffel werden hier angebaut, ebenso Wein, Pfirsiche, Aprikosen usw.

6) Westliches Transkaukasien: (Abb. 357, 6)

Es handelt sich um das Gebiet der Kolchis mit den zu dieser abfallenden Gebirgshängen, das sich durch ein warmtemperiertes Klima mit einzelnen Kaltlufteinbrüchen im Winter auszeichnet. Ein großer Teil war ursprünglich eine stark versumpfte Niederung, während im Osten die imeretische Erhebung höher liegt und zum Suram-Gebirge ansteigt.

Die Niederungswälder sind nach der vorgenommenen Entwässerung (vgl. Abb. 355) den Kulturf Flächen gewichen; auf schwach podsolierten Böden wurden Teeplantagen angelegt, auf alluvialen Böden werden Mais, Reis, Wein, Bambus, aber auch *Citrus*-Arten angebaut. Außer den gewöhnlichen Obstarten spielt die Kaki-Frucht (*Diospyros kaki*) eine Rolle; auch Frühgemüse ist von Bedeutung (Abb. 358).

In Höhenlagen von 50–60 m bis 500–600 m



Abb. 358. Landnutzung in der Grusinischen SSR (aus GERASSIMOV): 1 Ackerland, 2 mehrjährige Kulturen, 3 Weideland und Wiesen, 4 Wälder und Gebüsch.

NN befindet man sich in der Stufe der «subtropischen», besser warmtemperierten Mischwälder mit den vielen Reliktarten. Diese Stufe ist für empfindliche Kulturen sehr geeignet, weil sie insbesondere in Hanglagen von der Kaltluft weniger betroffen wird. Solche Kulturen sind: Orangen, Mandarinen, Zitronen, Tee, Kaki, Oliven, Feigen, Feijoa, Granatäpfel, japanische Mispel, Lorbeer, Kampferbaum, Bambus, Kork-eiche, Tung usw.

Darüber bis 1000–1100 m NN folgt die Kastanienstufe. In dieser läßt sich noch Tee, aber kein *Citrus* kultivieren, jedoch Feigen, Kaki, Maulbeeren, Hasel und Walnuß; von Bedeutung ist der Anbau von Tabak, italienischer Hirse, Mais und Weizen.

Die Buchenstufe (1000–1100 bis 1500–1600) ist noch stark bewaldet, die Kulturflächen treten mehr zurück. Auf ihnen werden in den tieferen Lagen Mais, in höheren Kartoffeln sowie die üblichen Getreide- und Obstarten gepflanzt.

Noch ursprünglicher ist die nächst höhere Tannen-Fichten-Stufe (bis 2000–2100 m NN); in geringem Umfang baut man Gerste, Roggen, Weizen und Kartoffeln an.

Die subalpine parkartige Stufe mit primären Wiesen und Hochstauden-Fluren, aber auch mit sekundären an Stelle von früherem Krummholz dienen als Weide (die höheren alpinen Matten nur als Sommerweide), wodurch zum Teil eine De-

gradation eingetreten ist. In der nivalen Stufe nehmen die Gletscher eine Fläche von 350 km² ein.

7) Das Gebiet Meschet-Dshawachetien: (Abb. 357, 7)

Es handelt sich um eine gebirgige Landschaft des westlichen Kleinen Kaukasus zwischen den Adsharo-Imeretischen Gebirgskämmen im Nordwesten, den Trialetischen im Nordosten, den Samsarschen sowie Dshawachetischen Gebirgen und der türkischen Grenze. Das Klima ist im Windschatten der westlichen Gebirge trockener und kontinentaler; die Jahresniederschläge betragen 550–626 mm mit einem Maximum im Mai–Juni. Die Winter sind infolge der Höhenlage kälter (abs. Minima um –25 bis –26° C). Buchenwälder fehlen ganz. Die Höhenstufen sind:

Eine Eichenmischwaldstufe mit *Quercus ibérica*, die einen schmalen Streifen längs der Kura bildet und sich im Achalzich-Kessel etwas erweitert; ihre obere Grenze liegt bei 1100–1200 m NN, doch findet man diese Wälder heute nur an Steilhängen. Angebaut wird Weizen, Gerste, Mais und Kartoffel, auf bewässerten Flächen Gemüse; die Obstarten sind durch den Maulbeerbaum, Pflaumen, Äpfel, Birnen sowie Weintrauben vertreten.

Darüber folgt direkt die Fichten-Tannen-Stufe bis 2000–2200 m NN, wobei die Tanne stark zurücktritt und der Fichte *Carpinus* und *Pyrus* beigemischt sind. Neben der *Picea orientalis* spielt auch *Pinus sylvestris* eine größere Rolle, ganz im Osten auch *Betula*. Steppen haben sich auf Flächen entwickelt, die nachgewiesenermaßen im 16. Jahrhundert noch bewaldet waren; sie werden z. T. landwirtschaftlich genutzt (Getreide, viel Kartoffeln, Lein u. a.). Kirschen gedeihen nur unterhalb 1500 m NN, darüber überwiegen Beerenfrüchte (Johannis-, Stachel- und Himbeeren).

Die subalpine Stufe (bis 2300 m NN) mit *Betula*, *Sorbus*, *Pinus* sowie Wiesen wird ebenso wie die alpine beweidet.

8) Kartalinisches Gebiet: (Abb. 357, 8)

Es schließt sich im Südwesten an das Gebiet 7, im Westen an das Gebiet 6 an und erstreckt sich nach Osten bis Tbilisi-Mzchet, während im Norden der kaukasische Hauptkamm die Grenze bildet. Das Gebirgsland wird durch tiefe Täler der Kura und ihrer linken Nebenflüsse zerteilt. Die Niederschläge nehmen im Windschatten des Suram-Gebirges plötzlich ab bis auf 400 mm in Gori (absol. Minimum -25°C), steigen dann aber in größerer Höhe wieder an (Kreuzpaß 1500 mm). Temperaturinversion im Winter ist häufig.

In den Auenwäldern der tiefen Flußtäler kommen *Quercus longipes*, *Hippophaë* und *Salix australior* vor, doch sind die meisten dieser Wälder dem Kulturland gewichen.

Die Eichenmischwaldstufe mit *Quercus iberica* nimmt die Höhenlagen von 500–600 bis 1000–1100 m NN ein. Auf den zum größten Teil entwaldeten Flächen sind sekundäre Steppen oder Äcker mit Getreide und Sonnenblumen, bzw. Weinberge und Obstanlagen (Feigen, Granatäpfel, Maulbeeren, Quitten, Pfirsich u. a.) entstanden. Auf bewässerten Flächen wird viel Gemüse (Tomaten, Eierfrucht, Paprika usw.) angebaut. Die Buchenstufe reicht im Großen Kaukasus und im Trialetgebirge bis 1500–1600 m NN hinauf. Im Einzugsgebiet der Tana wird sie als Folge des kontinentalen Klimas durch die Kiefern-Birkenstufe ersetzt. Sonst bildet die Buche Mischwälder mit kolchischem Einschlag (*Laurocerasus*, *Ilex*, *Rhododendron ponticum* u. a. im Unterwuchs). In dieser Stufe liegt der bekannte Kurort Borshom.

In der darüber folgenden Fichten-Tannenstufe (bis 2100–2200 m NN) wurden die Nadelhölzer in einer weiteren Vergangenheit z. T. herausgeschlagen, so daß die Laubhölzer das Übergewicht erhielten. Die landwirtschaftliche Nutzung in diesen Stufen entspricht der in dieser Höhenlage üblichen. In der subalpinen Stufe bilden Birken, stellenweise auch *Pinus hamata* sehr lichte Bestände; die Wiesen nehmen weite Flächen ein. Über 2350 m beginnt die alpine Stufe (bis 3200–3500 m), während die nivale Stufe nur auf einzelnen höheren Gipfeln vorkommt.

9) Das Gebiet des Zentralen Transkaukasiens: (Abb. 357, 9)

Es handelt sich um ein klimatisch uneinheitliches Gebiet. Der westliche Teil erhält noch mehr Regen, der östliche ist trockener. Im tiefen Teil der Kura-Niederung ist die zonale Vegetation die Halbwüste (bis 300–350 m NN). Die nicht bewässerten Flächen dienen als Winterweide oder es sind Gerstenfelder. Auf dem bewässerten Land werden Baumwolle, Weizen, Gemüse, Wein, Feigen oder Granatäpfel kultiviert. In den Niederungswäldern längs der Flüsse, soweit sie noch erhalten sind, wachsen neben *Salix*, *Populus* und *Ulmus* auch *Quercus longipes* sowie *Morus* (Abb. 359).

In den höheren Teilen der Niederung geht die Halbwüste in Steppen der südlichen Variante (hauptsächlich mit *Andropogon ischaemum* und *Artemisia*) über. Ursprünglich waren es aride Baumfluren mit einzelnen *Pistacia nutica*, *Juniperus* spp., *Celtis*, *Acer ibericum*, *Pyrus salicifolia* u. a. Ohne Bewässerung lassen sich Weizen, Gerste, Sonnenblumen, Wein, Mandel, Granatäpfel und Feigen kultivieren, doch werden weite Flächen bewässert zur Versorgung der nahen Großstadt Tbilisi mit Frühgemüse.

An den Gebirgshängen beginnt in etwa 500 m NN die Eichenmischwaldstufe mit *Quercus iberica*, die an Südhängen bis 1200 m NN reicht, doch hat sich auf großen Schlagflächen *Carpinus* ausgebreitet oder es ist eine Degradation zu dornigem Gebüsch erfolgt (*Paliurus*, *Crataegus*, *Rhamnus pallasii*). Die ebenen Flächen werden landwirtschaftlich genutzt, z. T. sind es Weinberge (Abb. 358).

Auch in der Buchenstufe an den Hängen des Kleinen Kaukasus (bis 1600–1700 m NN) hat sich *Carpinus* ausgebreitet oder der gesamte

Baumbestand wurde in höheren Lagen vernichtet, so daß Wiesen entstanden. Die Ackerflächen sind klein (vorwiegend Kartoffelbau). Da dieses Gebiet schon östlich von der Tannen-Fichten-grenze liegt, findet man auf den Bergen des Kleinen Kaukasus, die über die Buchenstufe hinausragen, eine *Quercus macranthera*-Stufe (bis 2000–2100 m NN), doch sind auch diese Wälder meist in Wiesen umgewandelt. *Quercus macranthera* bildet mit Birken und *Acer trautvetteri* die lichten Bestände der subalpinen Stufe, aber ihre Fläche ist, wie auch die der alpinen Stufe sehr begrenzt.

10) Alasan-Awtoranisches Gebiet:

(Abb. 357, 10)

Es ist eine schmale Landschaftseinheit zwischen dem Südabhang der Hauptkette und den Nordhängen des Kachetischen Gebirges mit den Tälern der Alasan und des Agiritschai sowie der Awtoranischen Vorgebirgsebene. Vor den kalten Winden ist dieser Landstrich durch das Hoch-

gebirge im Norden geschützt; das Klima ist mild mit einer Jahrestemperatur von $11-13^{\circ}$, mit ziemlich heißen Sommern (Juli 22°) und nur selten stärkeren Frösten. Die Niederschläge (500–1000 mm) fallen hauptsächlich im Frühjahr und Herbst, meist als Güsse oder bei Gewittern mit Hagel. Es wird auf die Ähnlichkeit mit dem Klima im Vorland der Alpen hingewiesen.

In den Niederungswäldern dieses Gebiets (bis 500 m NN) sind viele Reliktarten: *Pterocarya*, *Diospyros lotus*, *Acer velutinum*, *Quercus castaneifolia*, *Zelkova*, *Castanea* u. a. Der größte Teil der Fläche ist heute Kulturland (Walnuß-, Hasel-, Feigen- und Maulbeerbaum-Plantagen). Große Flächen werden bewässert (Abb. 355).

Die Höhenlagen von 500–1000 m NN gehören zur Kastanienstufe, nur auf Kalkgestein tritt an ihre Stelle *Quercus iberica*. Auch in dieser Stufe findet man neben Getreide und Mais, noch Weinberge, Walnuß, Maulbeeren, Feigen und Granäpfel.

Die Buchenstufe darüber reicht mit der obe-

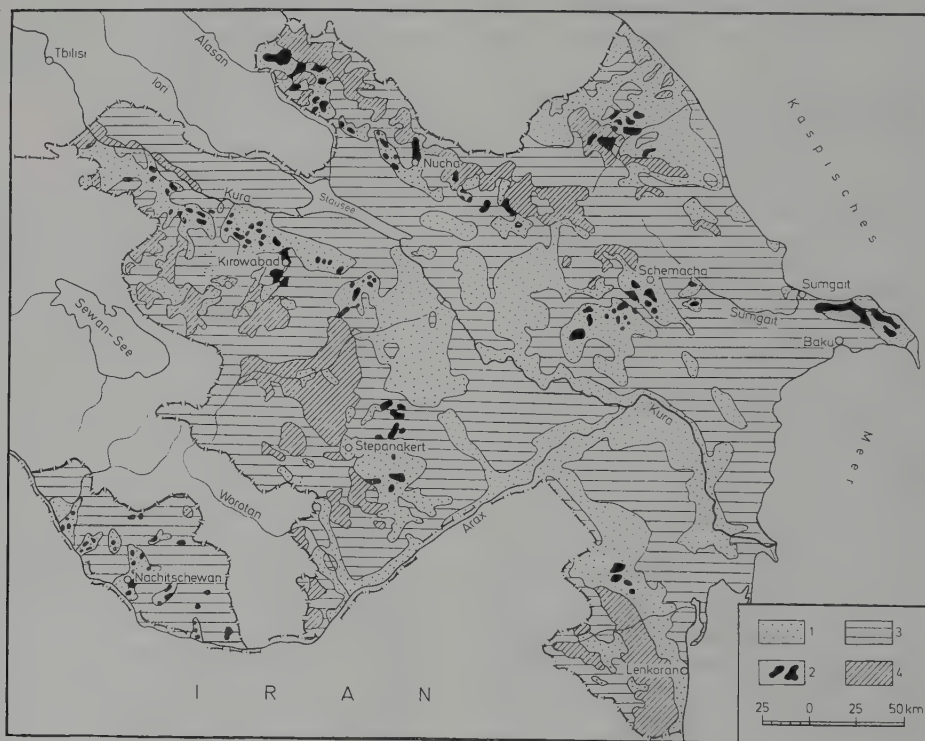


Abb. 359. Landnutzung in der Aserbeidshanischen SSR (aus GERASSIMOV): 1 Ackerland, 2 mehrjährige Kulturen, 3 Weideland und Wiesen, 4 Wälder und Gebüsche.

ren Grenze bis 2000–2100 m NN; der Buche sind beigemischt: *Carpinus orientalis*, *Acer laetum*, *Acer pseudoplatanus*, *Tilia caucasica*, *Corylus colurna* u.a. Laubhölzer. Acker- und Obstbau spielen eine geringe Rolle. Die subalpine Stufe reicht an den Hängen des Hauptkammes bis 2400–2500 m NN, die anderen Gebirge bleiben unter dieser Höhe. Neben Birken und *Sorbus* treten in lichten Beständen bzw. als Krummholz *Fagus orientalis* oder *Quercus macranthera* auf. Im Unterwuchs kommt noch *Rhododendron caucasicum* vor, erreicht jedoch hier die Ostgrenze. Hochstauden sind bis 2100 m NN verbreitet. Die alpinen Wiesen (bis 2600 m NN) setzen sich aus *Calamagrostis arundinacea*, *Phleum alpinum*, *Trifolium* spp. u.a. zusammen; für *Festuca varia* ist das Klima zu feucht, dagegen ist *Nardus* an Nordhängen häufig. Wie immer dienen diese beiden Stufen als Sommerweide.

11) Schirwan-Gebiet: (Abb. 357, 11)

Es erstreckt sich nach Norden vom unteren Kura-Lauf bis zum 3000 m hohen kaukasischen Hauptkamm und reicht im Osten bis zum Kaspischen Meer. Die Kastanie fehlt in diesem Gebiet.

Das Klima ist kontinental und arid, die Jahrestemperatur in der Niederung 14°, die vom Januar 1,5 bis 2°, die Extremtemperaturen —13 bis —15°, bzw. 39°. Das ganze Jahr feucht ist nur das Hochgebirge. Wie bereits erwähnt (S. 393) ist die Schirwansche Steppe eine Halbwüste. Anbau (Getreide, Baumwolle) ist nur mit Bewässerung möglich (Abb. 359). Die Höhenstufen sind: Bis 500–600 m NN aride Baumfluren, darüber bis 1000–1200 m Eichenmischwaldstufe mit *Quercus iberica*, bis 2300 m Buchenstufe mit ausgedehnten sekundären Wiesen, bis 2500 m subalpine Stufe mit Birke, *Quercus macranthera* und Buchen als lichte Baumfluren, Hochstauden und *Zerna variegata*, *Koeleria*- sowie *Festuca*-Wiesen, bis 3500–3600 m NN alpine Stufe mit krautreichen Matten. Die Kulturen in den einzelnen Stufen sind die üblichen.

12) Karabach-Sangesursches Gebiet: (Abb. 357, 12)

Dieses liegt südlich vom Gebiet 9 und 11, grenzt im Süden an den Arax-Lauf und die Lenkoran-Niederung und reicht im Westen bis zum Sangesur- und dem Ost-Sewan-Gebirge.

Die höchsten Gipfel ragen in diesem Gebiet bis über 3600–3900 m NN hinaus. Die tiefsten Teile liegen unter dem Meeresspiegel; sie gehören zur Halbwüste (Milsche und Mugan-Steppe), die an Südhängen bis 800–900 m hinaufgeht. Große Teile der Halbwüste werden bewässert (Baumwoll- und Getreideanbau), sonst kann man sie nur extensiv beweiden. Es folgt darüber bis 1000–1100 m NN die Stufe der ariden Baumfluren, heute meist ein Gebüsch aus *Paliurus*, *Punica*, *Rhamnus pallasii*; nur an Steilhängen im Karabach- und Sangesur-Gebirge findet man noch die ursprünglichen Bestände mit einzeln stehenden Bäumchen von *Pistacia mutica*, *Amygdalus fenzliana*, *Celtis caucasica*, *Pyrus salicifolia*, *Quercus araxina*, *Juniperus foetidissima* und *J. polycarpus*. Weite Flächen sind von sekundären *Andropogon ischaemum*-Steppen bedeckt. Maulbeerbäume und an diesen gezogene Weinreben lassen sich ohne Bewässerung kultivieren, auch Weizen anbauen; auf bewässerten Flächen findet man Walnußkulturen. Die Steppen werden beweidet.

Von 1100 bis 1700 m NN erstreckt sich die *Quercus iberica*-Stufe mit *Acer campestre*, *Ulmus suberosa*, *Tilia*, *Zelkova* (an Nordhängen). Die Wälder sind meistens als Stockausschlag erhalten. Darüber folgt die Stufe mit *Quercus macranthera*, meist mit sekundären Wiesen und höher bis 2600 die parkartige subalpine Stufe ebenfalls mit *Quercus macranthera*, Birken und *Acer trautvetteri*; doch ist der Baumwuchs meist vernichtet. Die alpine und nivale Stufe wird kaum erreicht.

13) Südliches Transkaukasien: (Abb. 357, 13)

Es handelt sich um ein vulkanisches Hochplateau mit vielen Gebirgskzügen sowie Vulkankegeln und dazwischen große Beckenlandschaften wie die von Leninakan, vom Sewan (Goktscha)-See (1932 m NN), der des mittleren Arax-Grabens mit dem Ararat-Becken und dem Nachitschewan-Becken. Das Klimadiagramm von Eriwan (Abb. 17) ist mit dem von Ankara in Zentralanatolien fast identisch (Abb. 17). Es hat ebenfalls ein Regenmaximum im Mai und eine Sommerdürrezeit von Juni bis Oktober. Ankara liegt 100 m tiefer und die Jahrestemperatur ist um 0,5° höher; auch die Niederschlagsmenge ist um 40 mm im Jahr größer.

Man kann somit das Armenische Hochland



Abb. 360. Landnutzung in der Armenischen SSR (aus GERASSIMOV): 1 Ackerland, 2 Obstkulturen und Wein, 3 Weideland und Wiesen, 4 Wälder und Gebüsche.

mit dem Ararat (5156 m NN), den man auf Abb. 361 sieht, durchaus mit der Zentralanatolischen Hochebene vergleichen, aus der sich ebenfalls der 3916 m NN hohe Vulkankegel Erciadag bei Kaiseri erhebt. Allerdings erhält Armenien durch den Rasdan (Sangan)-Fluß mehr Wasser. Dieser ist der Abfluß des großen Sewan-See. Es wird geplant, letzteren bis auf 1896 m NN abzusenken, um mehr bewässertes Kulturland zu erhalten. Außerdem wird Armenien durch

den oberen Arax in etwa 800 m NN durchflossen.

Die natürliche Vegetation Armeniens ist ebenfalls wie in Anatolien eine Grassteppe, bzw. meist eine sekundäre *Artemisia fragrans*-Halbwüste (vgl. WALTER 1956).

Die Steppe reicht bei Niederschlägen von 250–300 mm in Hocharmenien bis auf 1200–1300 m NN, in Südexposition sogar bis 1500–1600 m hinauf. Die Temperaturmaxima betra-

gen 41° , die Minima -33°C . Es handelt sich um *Artemisia-Salsola*-Gesellschaften, meist sind es jedoch kaum bewachsene Felsfluren. Am Arax bestehen die Auenwälder aus der verschiedenblättrigen *Populus transcaucasica*, *P. alba* sowie *Elaeagnus*- und *Salix*-Arten. Die Bewässerungsanlagen sind in den Beckenlandschaften gut organisiert mit Kulturen der Weinrebe, die im Winter gegen Erfrieren gedeckt werden muß, und verschiedenen Obstarten (Pfirsich, Aprikose, Feige, Mandel, Walnuß usw.); auch Baumwolle und Pflanzen mit ätherischen Ölen sowie andere Kulturen werden auf den bewässerten Flächen angebaut (Abb. 360).

Die bis 1700 m NN reichende Baumflurstufe ist meistens zu dornigem Gebüsch degradiert oder ohne jeden Holzpflanzenwuchs. Die Niederschläge sind etwas höher (400 mm), die Kulturen wie oben.

Darüber an Südhängen bis 2390 m NN folgt die Stufe mit baumförmigen *Juniperus*-Beständen bei einem Jahresniederschlag von 400–500 mm, doch sind auch von diesen nur kleine Restbestände verblieben, während die *Festuca-Agropyrum*-Steppe verbreitet ist. In dieser Höhenlage kann man schon Getreide und Kartoffeln ohne Bewässerung anbauen. Auch Obstgärten mit Pflaumen, Aprikosen und Walnuß (am Sewan-See bis 2100 m NN) sind vorhanden.

Die Stufe mit *Quercus macranthera* (bis 2500 m NN) zeichnet sich bei einem Jahresniederschlag von 600 mm durch viel Schnee aus. Die Temperaturmittel des Januar sind -7 bis -8° , die des Juli $11-13^{\circ}$; frostfrei sind nur 2–3 Monate. In den noch erhaltenen Waldresten sind *Carpinus*, *Fraxinus*, *Acer ibericum*, *Ulmus suberosa* beigemischt, im Unterwuchs wächst *Viburnum orientale* und als Liane *Rosa sosnovskyana*. Sonst handelt es sich um sekundäre Steppen. Angebaut werden Weizen, Gerste, Roggen, Kartoffel und Futtergräser.

Obgleich in der kalten subalpinen Stufe (bis 2700–2800 m NN) die Mitteltemperatur im Sommer nur 8° beträgt, können dank der starken Einstrahlung und der Kontinentalität des Klimas noch Baumarten wachsen, vorwiegend *Quercus macranthera* inmitten der *Festuca varia*-Wiesen mit Cyperaceen, Leguminosen und verschiedenen anderen Kräutern.

In der alpinen Stufe erhöhen sich die Niederschläge auf 700 (800) mm; der Schnee bleibt nach den Niederschlägen im Mai (120 mm) bis Anfang Juni liegen. Die Julitemperatur erreicht



Abb. 361. Steppenvegetation im Ararat-Becken (700 m NN). Im Hintergrund der 5211 m hohe Große Ararat (Foto Geobot. Inst., Stift. Rübel, Zürich).

8° nicht mehr, aber die Maxima liegen bei $20-25^{\circ}$. Die alpinen Matten bestehen an Nordhängen aus *Festuca varia*- oder *Nardus*-Rasen, sonst aus Cyperaceen; krautreiche Gemeinschaften sind an feuchte Senken gebunden. Die Sommerweide ist von Bedeutung.

14) Das Talysch-Gebiet mit der Lenkoran-Niederung: (Abb. 357, 14)

Über diesen nordwestlichen Zipfel der hyrkanischen Region, die zum weitaus größten Teil im Nordiran südlich vom Kaspischen Meer liegt, wurde bereits das Wesentliche auf Seite 380–381 gesagt. Wir beschränken uns hier auf die Anbaustufen. In der Niederung bis 500 m NN spielt der Anbau von Tabak, Reis, Tee, Kaki, Feijoa und Tung eine Rolle, auch südliche Obstsorten (jedoch keine *Citrus*-Arten) sind von Bedeutung. Walnüsse, Maulbeerbäume und Aprikosen gedeihen noch in 1000 m NN. In der Buchenstufe ist der Kartoffelanbau verbreitet, dazu an Obst Äpfel, Birnen und Pflaumen.

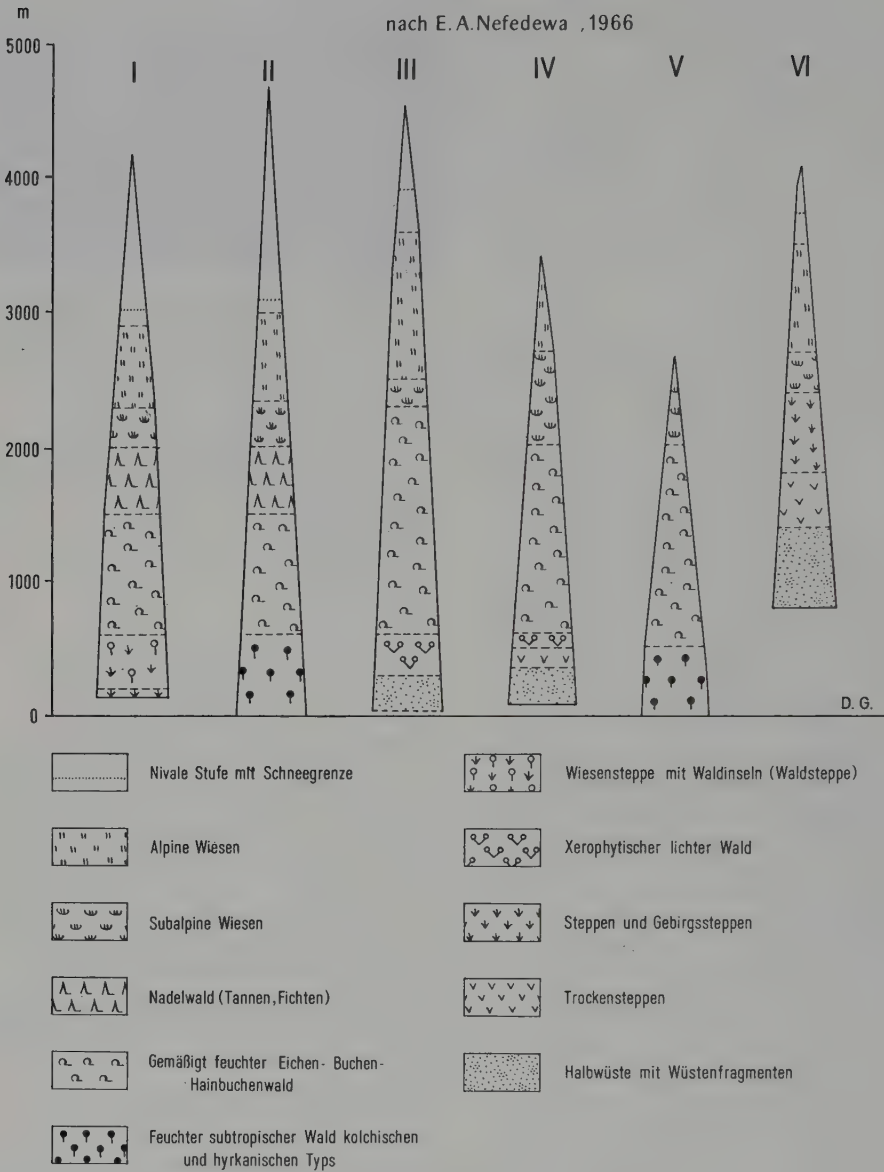
Im Diarbar-Becken des Talysch ist das Klima kontinental, auf steinigten Böden treten Igelpolsterfluren auf (*Acantholimon hohenackeri*, *Astragalus aureus*, *A. hohenackeri*).

In Aserbeidschan wird aus *Astragalus*-Arten für pharmazeutische Zwecke Tragacanth-Gummi gewonnen.

Zum Schluß sollen einige der so verschiedenartigen Höhenstufenfolgen der kaukasischen Gebirge auf Abbildung 362 in sehr stark schema-

Einige Beispiele der vertikalen Vegetationsanordnung in Kaukasien

nach E. A. Nefedewa, 1966



I Westlicher Teil des Nordhanges des Großen Kaukasus

IV Nordosthang des Kleinen Kaukasus

II Westlicher Teil des Südhanges des Großen Kaukasus

V Osthang des Talysch

III Östlicher Teil des Südhanges des Großen Kaukasus

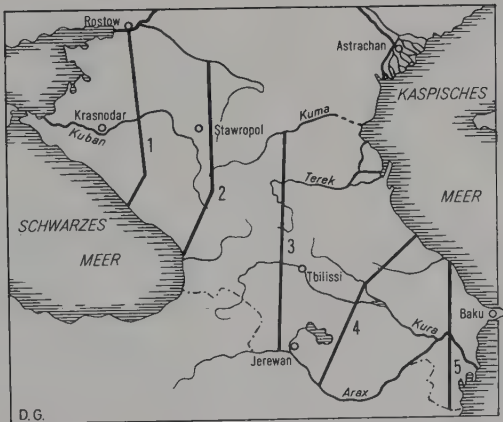
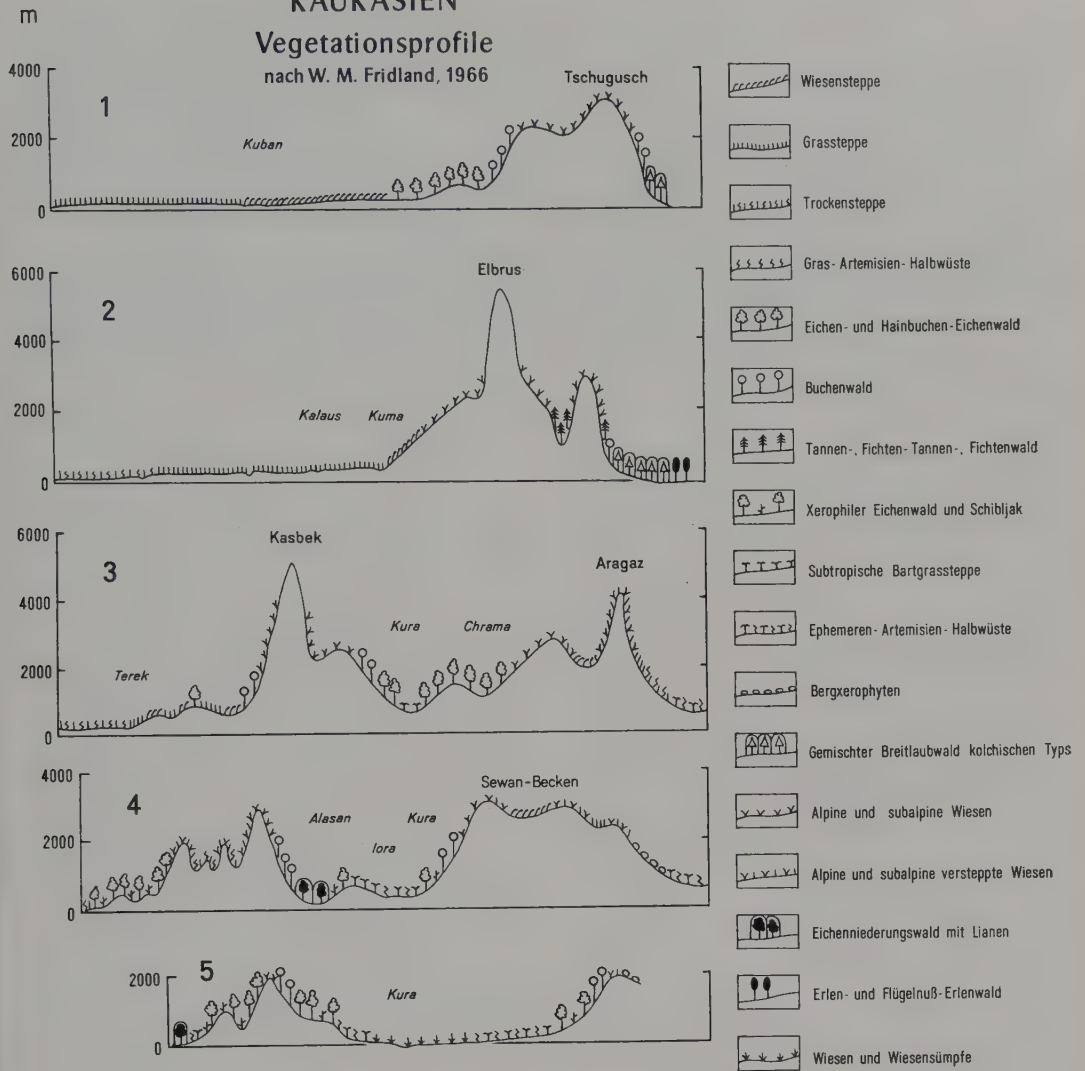
VI Armenisches Bergland - Südhang des Aragazmassivs

Abb. 362. Verschiedene Höhenstufenfolgen im Kaukasus (aus I. HENNING, 1972 a)

KAUKASIEN

Vegetationsprofile

nach W. M. Fridland, 1966



- Profil 1: Rostow - Chosta
- Profil 2: Manytsch - Poti
- Profil 3: Kuma - Arax
- Profil 4: Derbent - Nachtschewan
- Profil 5: Chatschmas - Diabarskessel

Abb. 363. Nord-Süd-Vegetationsprofile durch das Gebiet zwischen Schwarzem und Kaspischem Meer (aus I. HENNING).

tisierter Darstellung nebeneinander gestellt werden.

Charakteristisch ist für den Kaukasus, daß eine subalpine Nadelholzstufe aus Fichten, die zugleich die obere Waldgrenze bildet, wie z.B. in den Nordalpen ganz fehlt, vielmehr trägt die subalpine Stufe durch die weit verbreiteten natürlichen parkartigen Bestände mit vielen Birken (selbst noch am Ararat) einen fast maritimen Charakter wie in Lappland. Das gilt auch für die Hochstaudenfluren und subalpinen Wiesen. Dort, wo die Buche in der Höhenstufenfolge auftritt, geht sie meist als Krummholz bis zur Waldgrenze hinauf. Die Birke erreicht örtlich

2500 m NN; die auf den feuchten Westen beschränkte endemische subalpin-alpine Art *Rhododendron caucasicum* wird 1,5 m hoch, kann aber als nur 50 cm hoher Zwergstrauch noch bis 3000 m vorkommen. Alles das spricht dafür, daß die Bewölkung und Nebelbildung im Sommer in diesen Höhenlagen sehr groß ist, doch sind uns genauere Angaben von Höhenstationen nicht bekannt.

Fünf Vegetationsprofile durch die verschiedenen Gebirgszüge vorwiegend in Nord-Südrichtung sollen nochmals die komplizierte dreidimensionale Gliederung Kaukasiens veranschaulichen (Abb. 363).

Literaturverzeichnis

A. Arbeiten in russischer Sprache mit übersetzten Titeln

Angeführt werden meist nur zusammenfassende neuere Veröffentlichungen mit ausführlichen Literaturverzeichnissen. Ein vollständiges Verzeichnis bis zum Jahre 1956 (auch der Vegetationskarten) findet man in E.M.LAVRENKO et V.B.SOCZAVA (Redactoribus), 1956: Descriptio Vegetationis URSS. Ad «URSS Tabulam Geobotanicam» m. 1:4 000 000 Annotationes (971 Seiten, russisch).

- AFANASJEV, K. S. (1956): Die Vegetation des Turkestanischen Gebirgsrückens. 278 Seiten, Akad. d. Wiss. USSR, Moskau-Leningrad.
- AGACHANJANZ, O. E. (1958): Kurzer Überblick der Vegetation Badachschan (Sammelband). Abhandl. Tadshikist. Filiale d. Geogr. Ges. USSR 99, 47-67 (Stalinabad).
- (1964): Pamir und Zentralasien. Mitt. Geogr. Ges. d. Gesamtunion Nr. 2, 103-108.
- (1965): Neues zur Paläographie des Pamirs. Mitt. Akad. Wiss. USSR, Geogr. Serie Nr. 3, 84-88.
- (1970): Das Leben am Berghang. Priroda Nr. 11, 89-95.
- ALECHIN, V. V. (1951): Die Vegetation der USSR in ihren Grundzonen. 2. Aufl., 512 Seiten mit Vegetationskarte, Moskau.
- ALEXANDROVA, V. D. (1956): Die Vegetation der Südsinsel von Nowaja Semlja zwischen 70°56' und 72°12' nördl. Breite. In TICHOMIROV, B. A. (Hrsg.): Die Vegetation des äußersten Nordens der USSR und ihre Nutzung 2, 187-306, Moskau-Leningrad.
- ARYSTANGALIEV, S. (1956): Die Wiesenvegetation des Kungei-Alatau im Bereich von Kasachstan. Arb. Bot. Inst. Akad. Wiss. Kasach. SSR, Bd. 4, 130-175 (Alma-Ata).
- BEJDEMAN, I. N., BESPALOVA, S. G. und RACHMANIN, A. T. (1962): Ökologisch-geobotanische Untersuchungen der Kura-Arax-Niederung in Transkaukasien. 464 Seiten, Bot. Inst. Akad. Wiss. USSR, Moskau-Leningrad.
- DOCHMAN, G. I. (1954): Die Vegetation der Mugodshare. 235 Seiten, Moskau.
- DOLICHANOV, A. G. (1973): Die Stellung des kolchischen halbliegenden Unterwuchses in den Gebirgswäldern des Kaukasus. Problems of biogeocenology, geobotany and plant geography (Acad. Sc. USSR, Leningrad), Seite 64-75.
- GALASI, G. I. (1967): Dynamik des Baumwachstums am Baikalufer im Zusammenhang mit zyklischen Veränderungen des Seespiegels. Geobot. Unters. am Baikal (Akad. Wiss., Sibir. Abt., Limnol. Inst.), S. 44-301. Moskau.
- GALASI, G. I. (1972): Die Abhängigkeit des Jahreszuwachses der Bäume in Abhängigkeit von den Änderungen des Klimas, des Seespiegels und des Reliefs am Nordwestufer des Baikals. Arb. Limnolog. Institut (Sibir. Abt., Akad. Wiss.) 13 (33), 71-214, Leningrad.
- GAVERILOV, K. A. und KARPOV, V. G. (1962): Wald- und Bodentypen im nördlichen Wologda-Gebiet. Arb. Wald- u. Holzinstitut der Akad. d. Wiss., Bd. 52, 5-118. Moskau-Leningrad.
- GERASSIMOV, I. P. (Hrsg.) (1966): Kawkas (Kaukasien). 482 Seiten, Moskau.
- GERASSIMOV, I. P., und LAVRENKO, E. M. (1952): Grundzüge der natürlichen Verhältnisse der Mongolischen Volksrepublik. Ber. Akad. Wiss. USSR, Geogr. Ser. 1, 27-48.
- GORODKOV, B. N. (1956): Vegetation und Böden der Kotelnj-Insel (Nowosibirische Inselgruppe). In TICHOMIROV, B. A. (Hrsg.): Die Vegetation des äußersten Nordens der USSR und ihre Nutzung, 2/7-132, Moskau-Leningrad.
- GORODKOV, B. N. (1958): The vegetation and soils of Wrangell Island and analysis of the vegetation of arctic desert zone on the basis of investigations on the Wrangell Island. The Vegetation of the Far North of the USSR and its utilisation (edit. B. A. TICHOMIROV), Vol. 3, pps 5-94, Moscou-Leningrad.
- GORTSCHAKOVSKI, P. L. (1958): The vegetation of the Sablia mountain range of the Polar Ural. The vegetation of the Far North of the USSR and its utilisation (edit. B. A. TICHOMIROV), Vol. 3, pp. 95-127. Moscou-Leningrad.
- GORTSCHAKOVSKI, P. L. (1966): Die Flora und Vegetation der Ural-Hochgebirge. 270 Seiten, Akad. Wiss., Ural-Abt., Arb. Biol. Inst., Lief. 48, Swerdlowsk.
- GORTSCHAKOVSKI, P. L. (1968): Die Pflanzen der europäischen Breitlaubwälder an der Ostgrenze ihrer Verbreitung. 207 Seiten, Akad. Wiss., Ural-Abt., Arb. Biol. Inst., Lief. 59, Swerdlowsk.

- GRIBOVA, S.A., ISSATSCHENKO, T.I. und KARPENKO, A.S. (1972): Über zonale Grenzen auf der Vegetationskarte des europäischen Teiles der USSR, 1:2 500 000. Geobotanische Kartographie, Jg. 1972, 18–27.
- GRUBOV, V.I. (1959): Versuch einer botanisch-geographischen Gliederung Zentralasiens. 77 Seiten, Leningrad.
- GRUBOV, V.I. (1972): Die gegenseitigen Beziehungen der Floren Zentralasiens und Ostasiens. Akad. Wiss., Komarov-Vorträge 24, 86–93, Leningrad.
- GULISSASCHVILI, V.S. (1964): Die natürlichen Zonen und Großraum-Landschaften des Kaukasus. 328 Seiten, Moskau.
- GVOSDEZKI, N.A., und NIKOLAEV, V.A. (1971): Kasachstan, Beschreibung der natürlichen Verhältnisse, 255 Seiten, Moskau.
- IVANOVA, M.M. (1969): Geobotanische Untersuchungen. Seite 82–172 im Sammelband: Die Natur der Uschkanschen Inseln des Baikals. Arb. Limnol. Inst. (Sibir. Abt. Akad. Wiss.), Bd. 17 (37), 288 Seiten, Moskau.
- JAKUBOV, T.F. (1955): Die Sandwüsten und Halbwüsten der Kaspischen Niederung, 530 Seiten, Moskau.
- JUNATOV, A.A. (1950): Grundzüge der Pflanzendecke der Mongolischen Volksrepublik. Arb. Mongol. Komm., Lief. 39, 223 Seiten, Moskau-Leningrad.
- JURZEV, B.A. (1968): Flora von Suntur-Chajata. Probleme der Hochgebirgslandschaft Nordost-Sibiriens. Akad. Wiss. USSR, 235 Seiten. Leningrad.
- KABANOV, N.E. (1962): In der Löß-Provinz von Nordchina; Grundzüge der Flora, der Vegetation und des Waldbaus. 292 Seiten, Akad. Wiss., Moskau.
- (1973): Besonderheiten des Areals und Höhen Grenzen der Verbreitung von der Stein-Birke (*Betula ermanii* Cham. s.l.) in Ostsibirien und im Fernen Osten (mit Arealkarte). Problems of biogeocenology, geobotany and plant geography (Acad. Sc. USSR, Leningrad), Seite 75–88.
- KALININA, A.V. (1954): Stationäre Untersuchungen der Viehweiden in der Mongolischen Volksrepublik. Arb. Mongol. Komm., Lief. 60, 128 Seiten, Moskau-Leningrad.
- KARPOV, V.G., Hrsg. (1973): Struktur und Produktivität von Fichtenwäldern der südlichen Taiga. 312 Seiten, Botan. Inst., Akad. Wiss. USSR, Leningrad.
- (1973): Struktur und Sukzession der Fichtenwälder vom borealen und nemoralen Typus in experimenteller Sicht. Problems of biogeocenology, geobotany and plant geography (Acad. Sc. USSR, Leningrad), Seite 88–102.
- KLEOPOV, JU.D. (1941): Florenanalyse der Breitlaubwälder von Osteuropa. 468 Seiten, Dissertations-Manuskript, Universität Charkow.
- KLEPOV, JU.D., und LAWRENKO, E.M. (1938): Erläuterungen zur Vegetationskarte der Ukraine (ukrainisch).
- KOROLEVA, A.S. (1938): Vegetationsskizze des zentralen Südhanges vom Hissarischen Gebirgszug. Arb. Tadshikist. Abt., Akad. Wiss. 8, 1–140.
- KOROVIN, E.P. (1961/1962): Die Vegetation Mittelasiens und Südkasachstans. Bd. I, 452 Seiten, Bd. II, 577 Seiten, 2. Aufl., Taschkent.
- KORTSCHAGIN, A.A. (1940): Die Vegetation der nördlichen Hälfte des Petschora-Ylytsch-Naturschutzgebiets. 416 Seiten mit Karte. Arb. Petsch.-Ylytsch-Naturschgbt., Lief. 2, Moskau.
- KRASNOGOROV, I.M. (1966): Grundtypen und Geoelemente der Hochgebirgswiesen im Südwestteil des Ostsajan-Gebirges, Probl. Bot. 8, 50–59, Moskau-Leningrad.
- KRISCHTOFOVITSCH, A.N. (1913): Vegetationsskizze des Oka-Angara-Gebiets. Arb. Ped.-Bot. Exped., Teil II, 3; 184 Seiten. St. Petersburg.
- KRYLOV, G.V. (1961): Die Wälder von Westsibirien. Akad. Wiss., Sibir. Abt., 255 Seiten, Moskau.
- KULTIASOV, I.M. (1955): Besonderheiten der Ökologie der Hochgebirgspflanzen des Westlichen Tjanschans, 127 Seiten. Akad. d. Wiss. USSR, Moskau.
- KUMINOVA, A.V. (1960): The vegetation of the Altai. 450 pps, Acad. Sc. USSR, Siberian Branch, Inst. Biology, Novosibirsk.
- KUNIN, V.N. (Hrsg.) (1955): Beschreibung der Natur des Kara-Kum-Gebiets. Akad. Wiss. USSR, Geogr. Inst., 407 Seiten, Moskau.
- KURENZOVA, G.E. (1962): Die Vegetation der Chanka-Niederung und der umgebenden Vorberge. Akad. Wiss., Sibir. Abt., 139 Seiten, Moskau-Leningrad.
- KUROTSCHKINA, L.JA., und STEPANOVA, E.F. (1956): Die Vegetation der unversehrten Flächen im nordwestlichen Akmolinsker-Gebiet. Arb. Bot. Inst., Akad. Wiss. Kasach. SSR, Bd. 4, 3–46, Alma-Ata.
- KUVAJEV, V.B. (1956): Die Vegetation des östlichen oberen Jana-Gebietes. In TICHOMIROV, B.A. (Hrsg.): Die Vegetation des äußersten Nordens der USSR und ihre Nutzung, 2, 133–186, Moskau-Leningrad.
- LAVRENKO, E.M. (1927): Beschreibung der *Sphagnum*- und *Hypnum*-Seggen-Moore des Charkow-Gebietes, Naturdenkmalschutz in der Ukraine (ukrainisch).
- (1930): Beschreibung der Pflanzendecke der Ukraine (in G. MACHOV, Die Böden der Ukraine Charkow, (ukrainisch).
- (1957): Die Vegetation der Gobi-Wüste in der Mongolischen VR und ihre Beziehungen zu den

- gegenwärtigen geologischen Vorgängen. Bot. Ž. 42, 1361–1382.
- (1959): Über die Steppenvegetation der Lößhügel im östlichen Teil der Provinz Kansu. Mitt. Akad. Wiss. USSR, Biol. Serie 5, 714–728.
 - (1966): Botanisch-geographische Beobachtungen in den Wüsten des Kansu-Korridors und auf dem Nordrand der Nanschan-Berge. Bot. Ž. 51, 1816–1823.
 - (1970): Die Gliederung des Schwarzmeer-Kasachstanischen Gebiets der Euroasiatischen Steppenzone in Provinzen. Bot. Ž. 55, 605–625.
 - (1970): Botanisch-geographische Beobachtungen in den Barga-Steppen der nordchinesischen Niederung. Transact. Moscow Soc. Naturalists 38, 74–94.
 - (1973): Boreale Vegetation der Moore und Seen (Limangruppe) im Tal des mittleren Donez. Problems of biogeocenology, geobotany and plant geography (Acad. Sc. USSR, Leningrad), Seite 125–154.
- LAVRENKO, E. M., und NIKOLSKAJA, N. I. (1965): Über die Verbreitung einiger westlicher *Stipa*-Arten im Mongolischen Altai, in der Dsungarei und im östlichen Tjanschan. Bot. Ž. 50, 1419–1429.
- LAVRENKO, E. M., und POGREBNJAK, N. (1926): Vegetationskarte der Ukraine 1:1050000, Odessa.
- LAVRENKO, E. M., et SOCZAVA, V. B. (1956): Descriptio Vegetationis URSS. 971 pps, Edit. Acad. Sc. URSS, Mosqua-Leningrad.
- LUKITSHEVA, A. N. (1963): Die Vegetation Nordwest-Jakutiens in Beziehung zum geologischen Aufbau des Gebiets. 168 Seiten, Akad. Wiss., USSR, Moskau-Leningrad.
- (1972): Nordtaiga-Vegetation der sibirischen Hochebene in Verbindung mit dem geologischen Bau. 52 Seiten. Akad. Wiss. USSR, Botan. Inst., Leningrad.
 - (1972): Die Gesetzmäßigkeit in der Höhenstufenfolge in Verbindung mit Besonderheiten des Reliefs und der Gesteine am Beispiel des Baikalgebirgsrückens. Arb. Limnol. Institut (Sibir. Abt., Akad. Wiss.) 13 (33), 3–70.
- MACHAJEVA, L. V. (1973): Über die Blattfläche eines Bestandes der Gebirgs-Wiesensteppe auf der Krim. Bot. Ž. 58, 676–680.
- MACHATADSE, L. B. (1957): Die Eichenwälder Armeniens. 327 Seiten, Armen. Akad. Wiss., Eriwan.
- MARKOVA, L. E. (1973): Veränderung der Entwicklung bei Annuellen Mittelasiens in Abhängigkeit von der Wasserversorgung. Problems of biogeocenology, geobotany and plant geography (Acad. Sc. USSR, Leningrad), Seite 170–180.
- NORIN, B. N. (1958): On the generative and vegetative reproduction of trees in subarctic conditions. Vegetation des äußersten Nordens der USSR (Hrsgb. B. A. TICHOMIROV), Bd. III, S. 154–244. Moskau-Leningrad.
- ORLOV, A. JA. (1951): Die dunklen Nadelwälder des nördlichen Kaukasus. 256 Seiten, Akad. Wiss. USSR, Moskau.
- ORLOV, A. JA. (1955): Nadelwälder des Amgun-Bureinschen Zwischenflußgebiets. 207 Seiten, Akad. Wiss. USSR, Moskau.
- PETROV, M. P. (1966/7): Die Wüsten Zentralasiens. Bd. I, 274 Seiten, Bd. II 288 Seiten. Leningrad.
- PIVNIK, S. A. (1958): The vegetation of the parts of the Verchoyansk mountains opposite to the mouth of the Vilyui river. Vegetation des äußersten Nordens der USSR (Hrsgb. B. A. TICHOMIROV), Bd. III; S. 128–153, Moskau-Leningrad.
- POPOV, M. G. (1940): Die Vegetation von Kasachstan, 215 Seiten. Moskau-Leningrad.
- POPOV, P. I. (1914): Die Entstehung und Entwicklung der Espenhaine im Gouvernement Woronesh, Petrograd.
- PRILIPKO, L. I. (1970): Die Pflanzendecke von Aserbeidshan. 180 Seiten, Baku.
- RABOTNOV, T. A. (1950): Lebenszyklus mehrjähriger Kräuter in Wiesen. Arb. Bot. Inst. Akad. Wiss. USSR, Ser. III, Bd. 6, Leningrad.
- RABOTNOV, T. A. (1972): Studien der Fluktuationen (verschiedenjährige Veränderungen) der Phytözöosen. Field Botany 4, 95–136, Leningrad.
- RABOTNOV, T. A. (1972a): Mosaik in Wiesen-Phytözöosen. Bull. Moskauer Ges. d. Naturforscher, Abt. Biologie 77 (4), 104–117.
- RABOTNOV, T. A. (1972b): ALECHIN's Arbeiten über die Wiesenvegetation. Bull. Moskauer Ges. d. Naturforscher, Abt. Biol. 77 (1), 147–153.
- RESTSCHIKOV, M. A. (1961): Die Steppen des westlichen Transbaikaliens. 174 Seiten, Arb. Ost-Sibir. Abt. d. Akad. Wiss., Bd. 34, Biol. Ser., Moskau.
- RODIN, L. E. (1954): Die Bedeutung der Pflanzen für die Bildung der Takyre und deren Komplexe. Pustyni SSSR i ich oswojenije 2, 392–413.
- RODIN, L. E. (1963): Die Wüstenvegetation des westlichen Turkmeniens. 309 Seiten, Bot. Inst. Akad. Wiss. USSR, Moskau-Leningrad.
- SABUROV, D. N. (1972): Die Wälder der Pinega. 173 Seiten, Leningrad.
- SAKIROV, K. S. (1955): Flora und Vegetation im Einzugsgebiet des Flusses Seravschan. Bd. I Die Vegetation, 207 Seiten.; Bd. II (1962) Die Flora, 446 Seiten. Akad. d. Wiss. Usbek. SSR, Taschkent.
- SAPRAGEJEVA, V. J. (1938): Die Walnuß - *Juglans regia* L. – im Einzugsgebiet des Flusses Kondara. Arb. Tadshikist. Abt., Akad. Wiss. 8, 293–305.
- SAVITSCH, N. M. (1967): Posolskoje Moor. Geobot. Unters. am Baikal (Akad. Wiss., Sibir. Abt., Limnol. Inst.), S. 302–342. Moskau.
- SEROV, D. K. (1938): Die Moore («Bolota») der Ukrainischen SSR, ihre Vegetation und Stratigraphie. Akad. Wiss., Kiew, zitiert nach

- N.YA.KATS: The swamps (bogs) of the Earth, 295 Seiten, Moskau.
- SKVORZOV, A.K. (1972): V.L.Komarov und das Artproblem. Akad. d. Wiss., Komarov-Vorträge, 24, 48–81, Leningrad.
- SOBOLEVSKAJA, K.A. (1950): Die Vegetation des Tuwa-Gebiets. 140 Seiten, Nowosibirsk.
- SOKOLOV, S.JA. und SVJASEVA, O.A. (1965): Chorologie der Baumarten in der USSR (mit Arealen aller Nadelholzarten). 39 Seiten, Akad. Wiss., Komarov-Vorträge 17, Moskau-Leningrad.
- STANJUKOVITSCH, K.V. (1949): Die Pflanzendecke des östlichen Pamir. 159 Seiten, Moskau.
- STANJUKOVITSCH, K.V., und KRIGONOGOVA-STANJUKOVITSCH, M.B. (1973): Igelpolsterarten der Gattung *Acantholimon* in Pamir, ihre geobotanische Charakterisierung und Höhenverbreitung. Problems of biogeocenology, geobotany and plant geography (Acad. Sc. USSR, Leningrad), Seite 280–287.
- STSCHERBAKOV, I.P. Hrgb. (1962): Die Vegetation im Einzugsgebiet des Flusses Wiljui. 136 Seiten, Arb. Inst. Biol. Jakut. Abt. Akad. Wiss., Bd. 8, Leningrad.
- SUKATSCHEV, V.N. (1972): Ausgewählte Werke. Bd. I: Die Grundlagen der Waldtypologie und Biogeozönologie. 418 Seiten, Leningrad.
- SVESCHNIKOVA, V.M. (1952): Die Wurzelsysteme der Pamir-Pflanzen. Arb. Akad. Wiss. Tadshik. SSR Bd. 4, 121 Seiten. Stalinabad.
- (1962): Der Wasserhaushalt der Pflanzen und der Böden der Hochgebirgswüsten von Pamir. Akad. Wiss. Tadshik. SSR, 247 Seiten. Stalinabad.
- TICHIMIROV, B.A. (1962): Die Waldlosigkeit der Tundra, ihre Ursachen und die Möglichkeit zu ihrer Überwindung. 89 Seiten, Moskau-Leningrad.
- TJULINA, L.N. (1967): Über die Vegetationstypen der Höhenstufen auf dem West- und Ostufer des nördlichen Baikalsees. Geobot. Untersuch. am Baikal (Akad. Wiss., Sibir. Abt., Limnol. Inst.), S. 5–43, Moskau.
- TOLMATSCHEV, A.I. (1954): Zur Geschichte der Entstehung und Entwicklung der dunklen Taiga. Akad. Wiss., Abt. Sachalin, 156 Seiten, Moskau-Leningrad.
- (1955): Geobotanische Gliederung der Insel Sachalin. Akad. Wiss. USSR, 79 Seiten, Moskau-Leningrad.
- (1959): Über die Flora der Insel Sachalin, Akad. Wiss. USSR, 103 Seiten, (Komarov-Vorträge XII), Moskau-Leningrad.
- VASILJEV, V.N. (1956): Die Vegetation des Anadyrgbietes (Akad. Wiss.), 216 Seiten mit Vegetationskarten, Moskau-Leningrad.
- VIPPER, P.B. (1953): Die Wälder des südlichen Khen-tai. 55 Seiten, Arb. Mongol. Komm., Lief. 54, Moskau.
- VLASTOVA, N.V. (1960): Torfmoore von Sachalin. Akad. Wiss., Sibir. Abt., 166 Seiten, Moskau-Leningrad.
- VOROBJEV, D.P. (1963): Die Vegetation der Kurilischen Inseln. Akad. Wiss. USSR, 92 Seiten, Moskau-Leningrad.
- VYCHODZEV, I.V. (1956): Die Höhenstufen der Vegetation in Kirgisien (Tjanschan und Altai). 84 Seiten, Akad. Wiss. USSR, Moskau.

Atlanten:

- Atlas Mira (Weltatlas), Moskau 1954; mit physisch-geographischem Band, Moskau 1964.
- Geobotanische Karte der USSR (1:4 000 000) mit Erläuterungen in 2 Bänden von LAVRENKO, E.M. und SOZAVA, V.B. (Hrsg.): Descriptio Vegetationis URSS, 971 Seiten. Moskau-Leningrad 1956.

B. Arbeiten in nicht russischer Sprache

- BRECKLE, S.-W. (1971): Ist *Diarthron vesiculosum* (Thymelaeaceae) ein ökologisches Rätsel? Bot. Jb. 90, 550–561.
- BRECKLE, S.-W. (1971): Ökologie und Mikroklima in der alpinen Stufe des afghanischen Hindukusch, Ber. Dtsch. Bot. Ges. 84, 721–730.
- BRECKLE, S.-W. (1973): Mikroklimatische Messungen und ökologische Beobachtungen in der alpinen Stufe des afghanischen Hindukusch. Bot. Jb. 93, 25–55.
- DANERT, S., GEIGER, S., und HANELT, P. (1960): Vegetationskundliche Studien in Nordostchina (Mandschurei) und der inneren Mongolei. Feddes Report., Beih. 139, 5–144.

- FLEROFF, A. TH. (1906/7): Wasser- und Bruchvegetation aus Mittelrußland. Vegetationsbilder, 4. Reihe, H. 8, Jena.
- FLOHN, H. (1969): Zum Klima und Wasserhaushalt des Hindukusch und der benachbarten Hochgebirge. *Erdkunde* (Bonn) 23, 205–215.
- FREITAG, H. (1971): Die natürliche Vegetation Afghanistans. *Vegetatio* 22, 285–344.
- FRENZEL, B. (1960): Die Vegetations- und Landschaftsformen Nord-Eurasiens während der letzten Eiszeit und während der postglazialen Wärmezeit. I. Teil, 165 Seiten. *Abh. Akad. Wiss. Lit. Mainz, math.-nat. Kl.*, Nr. 13 (1959), Mainz. II. Teil, 167 Seiten. *Daselbst*, Nr. 6 (1960), Mainz.
- (1968): Grundzüge der pleistozänen Vegetationsgeschichte Nordeurasiens. 326 Seiten, Wiesbaden.
- (1968 a): The pleistocene vegetation of Northern Eurasia. *Science* 161, 634–649.
- GROSZHEIM, A. A. (1930): Eine Schilderung der Vegetationsdecke von Transkaukasien mit einer Vegetationskarte 1:420000, Tiflis.
- HENNING, I. (1972): Horizontale und vertikale Vegetationsanordnung im Ural-System. *Erdwiss. Forschung* 4, 17–35, Wiesbaden.
- HENNING, I. (1972a): Die Dreidimensionale Vegetationsanordnung in Kaukasien. *Erdwiss. Forschung* 4, 182–204, Wiesbaden.
- HOFMANN, W. (1968): Geobotanische Untersuchungen in Südost-Spitzbergen 1960. 83 Seiten, Wiesbaden.
- HULTEN, E. (1932): Süd-Kamtschatka. Vegetationsbilder, 23. Reihe, H. 1/2, Jena.
- JÄGER, E. (1968): Die pflanzengeographische Ozeanitätsgliederung der Holarktis und die Ozeanitätsbindung der Pflanzenareale. *Feddes Rep.* 79, 157–335.
- (1968a): Die klimatische Bindung des Areals der Dunklen Taiga und der sommergrünen Breitlaubwälder. *Ber. Dtsch. Bot. Ges.* 81, 397–408.
- (1970): Charakteristische Typen mediterran-mitteleuropäischer Pflanzenareale. *Feddes Rep.* 81, 67–92.
- KNAPP, R. (1965): Die Vegetation von Nord- und Mittelamerika. In *Vegetationsmonogr. d. einz. Großräume*. Bd. I, 373 Seiten. Stuttgart.
- KELLER, B. (1925/26): Die Vegetation auf den Salzböden der russischen Halbwüsten und Wüsten. *Z. Bot.* 18, 113–137.
- (1926): Die Grassteppen im Gouvernement Woronesh (Rußland). *Vegetationsbilder*, 17. Reihe, Heft 2, Jena.
- (1927): Die Halbwüste bei Krasnoarmeisk (Ssarepta). *Vegetationsbilder*, 18. Reihe, H. 4, Jena.
- (1930): Die Erdflechten und Cyanophyceen am unteren Lauf der Wolga und des Ural. *Vegetationsbilder*, 20. Reihe, H. 8, Jena.
- KOZO-POLJANSKI, B. M. (1931/32): Xerotherme Relikte am Flusse Tichaja Ssosa (Südrußland). *Vegetationsbilder*, 22. Reihe, H. 2, Jena.
- (1928/29): Glaziale Pflanzenrelikte auf dem Orel-Kurschen Plateau. *Vegetationsbilder*, 19. Reihe, H. 1/2 und 7/8, Jena.
- KUPFFER, K. (1925): Grundzüge der Pflanzengeographie des ostbaltischen Gebietes. *Abh. Herder-Institut zu Riga I*, Nr. 6.
- LAVRENKO, E. M. (1969): Über die Lage des euroasiatischen Steppengebietes in dem System der pflanzengeographischen Gliederung des außertropischen Eurasiens. *Vegetatio* 30, 11–20.
- MAGNUSSON, A. H. (1940): Lichens from Central Asia. *Rep. Scient. Exped. North-Western Prov. of China* (Sven Hedin), Publ. 13. XI., Botany, 1. Stockholm. 168 S., 1 Karte.
- MEHER-HOMJI, V. M., GUPTA, R. K., FREITAG, H. (1973): Bibliography on «Plant Ecology» in Afghanistan. *Excerpta Botan.*, Sect. B. 12, 310–315.
- MEUSEL, H., JÄGER, E., und WEINERT, E. (1965): Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. Textband 583 S. und Kartenband 258 S., Jena.
- PACZOSKI, J. (1928): La flore de la Forêt de Bialowieża. V-me Excurs. *Phytogéograph. Internat.* (V.I.P.E. 1928), 87 ps. Varsovie.
- (1930): Die Waldtypen von Bialowieża. In J. PACZOSKI: *Lasy Bialowieży*, Seite 562–575.
- PLESNIK, P. (1972): Obere Waldgrenze in den Gebirgen Europas von den Pyrenäen bis zum Kaukasus. *Erdwiss. Forschungen* 4, 73–92, Wiesbaden.
- POHLE, R. (1907): Vegetationsbilder aus Nordrußland. *Vegetationsbilder*, 5. Reihe, H. 3/5, Jena.
- RADDE, G. (1899): Grundzüge der Pflanzenverbreitung in den Kaukasusländern (ENGLER-DRUDE: *Vegetation der Erde*, Bd. III), 500 Seiten, Leipzig.
- RATHJENS, C. (1972): Fragen der horizontalen und vertikalen Landschaftsgliederung im Hochgebirgssystem des Hindukusch. *Erdwiss. Forschung* 4, 205–220, Wiesbaden.
- RIKLI, M., und RÜBEL, E. (1913): Vegetationsbilder aus dem westlichen Kaukasus. *Vegetationsbilder*, 11. Reihe, H. 6–7, Jena.
- SCHWEINFURTH, U. (1972): The eastern marches of High Asia and the River Gorge Country. *Erdwiss. Forschung* 4, 276–287, Wiesbaden.
- STANKOV, S. (1934): Grundzüge der Anordnung in der Pflanzenwelt der Südkrim. *Bot. Jb.* 66, 128.
- STSCHUKIN, I. (1929): Vegetationsbilder aus Balkarien. *Vegetationsbilder*, 20. Reihe, H. 3–4, Jena.

- TROLL, C. (1972): The three-dimensional zonation of the Himalayan system. *Erdwiss. Forschungen* 4, 264–275. Wiesbaden
- WALTER, H. (1943): Die Vegetation Osteuropas unter Berücksichtigung von Klima, Boden und wirtschaftlicher Nutzung. 2. Aufl., 180 Seiten mit Vegetationskarte, Berlin.
- (1943a): Die Krim. Klima, Vegetation und landwirtschaftliche Erschließung. 104 Seiten mit Vegetationskarte, Berlin.
- (1956): Das Problem der zentralanatolischen Steppe. *Die Naturwissenschaften* 43, 97–102.
- (1957): Die Klimadiagramme der Waldsteppen- und Steppengebiete Osteuropas. *Stuttgarter Geogr. Stud.* 69 (Lautensach-Festschrift) 253–262.
- (1968): Die Vegetation der Erde in öko-physiologischer Betrachtung. Bd. II: Die gemäßigten und arktischen Zonen. 1001 Seiten, Jena-Stuttgart.
- (1971/72): Ökologische Verhältnisse und Vegetationstypen in der Intermontanen Region des westl. Nordamerikas. *Verh. Zool.-Bot. Ges. in Wien* 110/111, 111–123.
- (1973): Allgemeine Geobotanik, eine kurze Einführung. UTB 284, 256 Seiten. Stuttgart 1973.
- WALTER, H. und E. (1953): Einige allgemeine Ergebnisse unserer Reise nach Südwestafrika 1952/53: Das Gesetz der relativen Standortskonstanz; das Wesen der Pflanzengemeinschaften. *Ber. Dtsch. Bot. Ges.* 66, 228–236.
- HARNICKELL, E., und MUELLER-DOMBOIS, D. (1974): Klimadiagramm-Karten der einzelnen Großräume und ökologische Klimagliederung der Erde (Bd. X der Vegetationsmonographien der einzelnen Großräume). Stuttgart.
- und LIETH, H. (1967): Klimadiagramm-Weltatlas. Jena.
- und STRAKA, H. (1970): Arealkunde, Floristisch-historische Geobotanik. 478 Seiten, Stuttgart.
- WANG, CHI-WU (1961): The forests of China with a survey of grassland and desert vegetation. 313 pps. with Vegetationmap. Harvard Univ. Cambridge, Mass.
- WARD, F.K. (1935): A sketch of the geography and botany of Tibet. *J. Linn. Soc. (London)* 50, 239–265.
- WILHELMY, H. (1943): Die Pods der südrussischen Steppe. Ein Beitrag zur Geographie der abflußlosen Hohlformen. *Peterm. Geogr. Mitt.* 1943. H. 5/6, 129–141.
- WISSMANN, H. (1960/61): Stufen und Gürtel der Vegetation und des Klimas in Hochasien und seinen Randgebieten. *Erdkunde (Bonn)* 14, 249–272 und 15, 19–44.
- WULF, E. (1926): Vegetationsbilder aus der Krim. *Vegetationsbilder*, 17. Reihe, H. 1, Jena.
- (1932): The beech in the Crimea. *Veröff. Geobot. Inst. Rübel*, H. 8.
- ZOHARY, M. (1973): Geobotanical foundations of the Middle East (2 Bde). 739 Seiten mit Vegetationskarte, Stuttgart-Amsterdam.

Pflanzennamenregister

* bedeutet: in Erläuterung der Abbildung

Deutsche Namen werden nur von den wichtigsten Baumgattungen angeführt.

Bei Gattungen, die in Mitteleuropa nicht vorkommen oder selten sind, wird in Klammern die Familie abgekürzt hinzugefügt.

Auf im Text vorkommende Synonyma wird hingewiesen; die Schreibweise ist bei einigen Artnamen verschieden, z. B. daturica, aber auch davurica, daurica, oder songarica, songorica bzw. soongorica, oder caspica und caspia, sylvestris bzw. silvestris usw.; auch wurde steveni, hedini usw. (wie in den zitierten Arbeiten) beibehalten.

Bei neugebildeten Gattungen, wie *Gymnocarpium* (*Dryopteris*), *Huperzia* (*Lycopodium*), *Zerna* (*Bromus*), *Ajanium*, *Filifolium* und *Hippolytis* (*Tanacetum*) u. a., muß auch bei den früheren Gattungsnamen nachgeschlagen werden.

Für die in bestimmten Abschnitten oft erwähnten Arten haben wir die Seitenzahlen zusammengefaßt, auch wenn die Art nicht auf jeder Seite genannt ist, z. B. *Pinus sylvestris* 97–105 oder *Stipa capillata* 163–191.

Um die Orientierung über die Hauptverbreitung der Arten zu erleichtern sind die Seitenzahlen von

der Beschreibung der einzelnen Vegetationsgebiete hier übersichtlich zusammengestellt:

Tundra S. 24–51
Taiga (westl.) S. 52–81
– (ostsibir.) S. 82–104
Mischwaldzone S. 105–129
Laubwaldzone S. 130–155
Epenzone, vgl. mit Nordamerika S. 156–160
Steppenzone, allgemein S. 161–169
Steppen (westl.) S. 170–192
Salzwiesen (westl.) S. 192–200
Wiesen und Moore (Polesje) S. 200–217
Steppen (östliche) S. 217–228
Halbwüsten S. 229–248
Mittelasien S. 248–284
Zentralasien S. 284–327

Multizonale Gebirge:

Uralgebirge S. 328–339
Altaigebirge S. 340–347
Krim S. 348–365
Kaukasien S. 366–410

A

Abelia (Caprif.) 265
Abies 54, 56*
– *alba* 6, 111
– *balsamea* 119, 158
– *faxoniana* 318
– *lasiocarpa* 119
– *nephrolepis* 102–103
– *nordmanniana* 375, 376*, 382, 384*, 385, 388
– *semenovii* 259, 271
– *sibirica* 42, 54, 56*, 60, 72–81, 95, 100, 106*, 113, 119, 271, 274, 286, 289, 329, 334, 335, 343, 345
– *webbiana* 279
Acantholimon (Plumb.) 164, 278, 280*, 284*, 399
– *alatavicum* 264
– *diapensioides* 283, 318–326
– *fomini* 398
– *glumaceum* 388

Acantholimon hedini 321, 325
– *korolkovii* 324
– *pamiricum* 324
– *parviflorum* 324
Acanthophyllum (Caryoph.) 283
– *pungens* 232*
Acer 130, 259, 265, 267, 318
– *campestre* 130, 138, 144, 151
– 152, 354, 366, 375–381, 405
– *davidii* 318
– *hyrcanum* 381 (s. *steverni*)
– *ibericum* 403, 407
– *laetum* 377–378, 381–382, 405 (s. *turkestanicum*)
– *mono* 103
– *platanoides* 5–6, 55, 61, 105
– 113, 126, 130, 132*, 138, 143, 151, 329, 382
– *pseudoplatanus* 105, 138, 143
– 144, 382–384, 405
– *regellii* 206
– *semenovii* 266, 279

Acer steveni (aff. *hyrcanum* u. *italum*) 354, 356
– *tataricum* 130, 138, 144–151, 155, 203, 318
– *tegmentosum* 103
– *trautvetteri* 385–388, 404–405
– *turkestanicum* (aff. *laetum*) 264–266
– *ukurunduense* 42, 103
– *velutinum* 380*, 382, 404
Achillea
– *cartilaginea* (= *ptarmica* var. *salicifolia*) 155, 205, 206, 210–211
– *gerberi* 185, 209
– *leptophylla* 184, 187, 353
– *micrantha* 188, 192
– *millefolium* 81, 122–123, 128, 149, 151, 196–208, 218, 243, 359 (s. *setacea*)
– *nobilis* 179, 183–184, 243
– *setacea* (aff. *millefolium*) 172*, 173, 192, 360

- Aconitum* 102, 108, 271, 318, 344, 375
 – *altaicum* 290
 – *anthora* 151
 – *barbatum* 97–99
 – *czekanovskiy* 290
 – *excelsum* 63, 68, 75, 79, 82, 109*, 113, 131, 336, 338, 346
 – *gymnandrum* 315
 – *lasiosomum* 144
 – *maximum* 49
 – *nasutum* 388
 – *orientale* 362, 387–389*
 – *rotundifolium* 261
Acorellus, s. *Cyperus*
Acorus calamus 112
Acroptilon (*Centaurea*) *picris* 187, 191
Actaea 107, 329
 – *erythrocarpa* 60, 62, 68, 346
 – *spicata* 58, 62, 112, 131, 138, 144, 385
Actinidia kolomikta 103
Adenophora (*Camp.*) 103, 223
 – *himalayana* 315
 – *lilifolia* 145, 155, 339
 – *stenanthina* 166
 – *stenophylla* 222
Adonis 310, 344
 – *aestivalis* 176
 – *flammeus* 191, 353
 – *vernalis* 149, 151, 157, 163, 175, 179, 353, 359, 373
 – *wolgensis* 176–183, 187, 243
Adoxa 271
 – *moschatellina* 68, 109* 137, 144, 151
Aegilops (*Gram.*) *cylindrica* 191
 – *triuncialis* 254
Aegopodium alpestre 273*
 – *podagraria* 62, 66, 68, 79, 106, 109*, 112, 126–127, 131, 137, 143–147, 151, 266, 271, 346
Aeluropus (*Gram.*) *litoralis* 192
 – 199, 234, 255–256, 306
 – *repens* 397
Aflatunia (*Rosac.*) 265
Agrimonia 267
 – *cupatoria* 138, 148, 152, 183
 – *pilosa* 6
Agriophyllum (*Chen.*) 224, 242
 – *gobicum* 287, 296, 297, 308, 312, 315–316
Agropyrum (= *Agropyron*) 103, 161, 164, 310 (s. auch *Aneurolepidium*)
 – *arnoldianum* 318
 – *buonapartis* 254
 – *caespitosum* 397
Agropyrum caninum 75, 131, 144, 266
 – *cimmericum* 186
 – *cristatum* 78, 95, 99, 166, 168, 183–196, 213, 219–224, 230, 241, 243, 288, 293*, 294*, 344, 352*, 373–374
 – *dasyanthum* 186
 – *desertorum* 241
 – *elongatum* 193, 196–197, 199–200
 – *glaucum* 181, 183, 192
 – *gmellini* 81
 – *imbricatum* 191
 – *intermedium* 138, 174/175
 – *mongolicum* 315
 – *orientale* 191, 212, 397
 – *pectiniforme* 168, 186, 221, 243
 – *prostratum* 212
 – *pseudocaesium* 191, 193, 213
 – *ramosum* 189–191, 213, 241
 – *repens* 99, 152, 154, 167, 175–176, 189–196, 201, 206, 208–209, 212–213
 – *ruthenicum* 197
 – *sibiricum* 221, 241
 – *smithii* 157
 – *trichophorum* 263, 264*
 – *tritacinum* 231
 – *villosum* 360
Agrostemma githago 176
Agrostis 35
 – *alba* 35, 126, 127, 129, 153–156
 – *alba* (*gigantea*, *riparia*) 193–211
 – *alba* (*prorepens*) 203, 206, 209
 – *canina* 121, 128–129, 201, 205, 263
 – *capillaris* 204–205
 – *stolonizans* 193–196, 204–205
 – *tenuifolia* 170, 173–174, 205–206, 209
 – *trinii* 90, 219, 290
 – *vulgaris* 123, 128, 201
Ahorn, s. *Acer*
Ajania (*Tanacetum*) *trifida* 166
Aizoon hispanicum 254
Ajuga chamaecistus 398
 – *chia* 183
 – *genevensis* 122, 138, 152, 183, 201, 359, 362
 – *laxmannii* 176, 183
 – *reptans* 62, 112, 120, 128, 131, 143, 201
Albizia (*Leg.*) *julibrissin* 363, 380
Alchemilla 201, 358
 – *alpestris* 30, 337
 – *altaica* 290
Alchemilla caucasica 392, 393
 – *erythropoda* 392–393
 – *flabellata* (*taurica*) 359, 360
 – *jaylae* 362
 – *murbeckiana* 339
 – *rigida* 392
 – *sericea* 392, 393
 – *sibirica* 273*
 – *stevensi* 359
 – *valdehirsuta* 392
Aldrovanda (*Droser.*) 211, 399
Alectorolophus (s. auch *Rhinantus*)
 – *major* 170, 208
Algac, in Halbwüste 243, 251
 –, in Kaukasien 395
 –, in der Steppe 167, 181, 184, 192, 213
Alhagi (*Leg.*) 241, 256
 – *camelorum* 255
 – *pseudalhagi* 373, 397–398
Alisma (s. auch *Luronium*)
 – *arcuatum* 206
 – *microletti* 204
 – *plantago* (*aquatica*) 68, 155, 211, 216, 315, 361
Alliaria officinalis 137, 266
Allium 103, 201, 230, 252, 266
 – *angulosum* 205, 206, 209
 – *atrosanguineum* 273*
 – *bidentatum* 292*, 293* 294*
 – *condensatum* 222
 – *decipiens* 243
 – *dictyoprasum* 397
 – *flavescens* 180, 243
 – *flavum* 180
 – *globosum* 218
 – *guttatum* 188
 – *lenense* 292*, 293*
 – *monadelphum* 261, 262
 – *mongolicum* 289, 291*, 297, 306, 311–314
 – *moschatum* 180
 – *nerinifolium* 222
 – *odorum* 219, 225
 – *oreophiloides* 265
 – *paniculatum* 243, 359
 – *polyphyllum* 322, 325
 – *polyrrhizum* 164, 166, 225*, 226*, 287, 289, 291*, 295* 297,
 – *pulchellum* (*paczoskianum*) 188
 – *rotundum* 175, 359
 – *saxatile* 362
 – *schoenoprasum* 81, 219, 290, 347
 – *scythicum* 213
 – *senescens* 103, 223
 – *sphaerocephalum* 188

- Allium strictum* 99, 217–219
 – *tenuissimum* 287, 295, 344
 – *ursinum* 131, 138, 144–145
 – *vineale* 6
Alnaster, s. *Alnus*
Alnus barbata 377, 379, 381
 – *fruticosa* 27, 38, 43–47, 85–93*
 290, 334, 345
 – *glutinosa* 6, 105, 112–115, 124,
 132, 143–144, 152, 185, 216,
 241
 – *incana* 56*, 60, 69, 387
 – *kamtschatica* 43, 48*, 49*
 – *manshurica* 102
 – *subcordata* 380, 381
 – *viridis* 38
Alopecurus alpinus 24–29, 339,
 347
 – *glacialis* 393
 – *glaucus* 339
 – *mucronatus* 326
 – *pratensis* 73*, 128, 201–213,
 290, 345
 – *schreberi* 195
 – *songoricus* 261
 – *vaginatus* 360, 362
 – *ventricosus* 193, 208, 215, 218
Alsine glomerata 361
 – *hirsuta* 361
 – *recurva* 362
 – *setacea* 362
 – *tenuifolia* 361
 – *verna* 169
Althaea officinalis 197, 206, 210
 – *pallida* 192
Alyssum biovulatum 221
 – *calycinum* 176, 359
 – *desertorum* 181, 183, 188, 212,
 230–231, 254
 – *globosum* 393
 – *hirsutum* 176, 353
 – *lenense* 99
 – *linifolium* 353
 – *minimum* 192, 365
 – *minutum* 184
 – *montanum* 359
 – *obovatum* 99
 – *sibiricum* 46*
 – *tortuosum* 184, 360
Amaranthus albus 191
 – *retroflexus* 175–176, 191
Amblynotus (Borag.) *subovatus*
 292*
Amelanchier in N-Amerika 159
 – *vulgaris* 361, 366
Ammania (Lythr.) 399
Ammodendron (Leg.) *conollyi*
 235*, 251, 253
 – *eichwaldii* 235*
Ammopiptanthus (Piptanthus p.
 p., Leg.) *mongolicus* 297, 301,
 311, 314
Ampelopsis (Vitac.) *aegiophylla*
 270
 – *vitifolia* 270
Amygdalus (Prunus p.p.) 259
 – *bucharica* 270
 – *communis* 267, 270
 – *fenziana* 405
 – *georgica* 398
 – *kuramica* 278*
 – *mongolica* 306, 310, 314
 – *nana* 116, 149–152, 164, 168,
 174–183, 187, 274, 353, 365,
 374
 – *spinosissima* 263, 270, 278
 – *turcomanica* 270
Anabasis (Chen.) *aphylla* 231, 308
 – *brevifolia* 289, 295*–311
 – *macrocarpa* 278
 – *salsa* 229*–232, 241, 244, 298
Anchusa (Borag.) *azurea* 184
 – *myosotidiflora* 286
Andromeda (Eric.) *polifolia* 48,
 65, 68, 75, 121, 124, 216
Andropogon ischaemum 165–
 180, 228, 259, 353, 365, 374–
 375, 388, 403, 405
Androsace (Prim.) *akbaitalensis*
 324
 – *barbulata* 374
 – *bungeana* 88
 – *chamaejasme* 391
 – *dasyphylla* 221
 – *elongata* 152, 181, 188, 192,
 212
 – *incana* 99, 166, 289, 292*
 – *maxima* 191, 192
 – *ochotensis* 29
 – *septentrionalis* 165, 218, 220,
 294*
 – *tapete* 319
 – *taurica* 360
 – *turczaninovii* 165
 – *villosa* 95, 116*, 117, 217, 283,
 358–362
Anemarrhena (Lil.) *asphodeloi-*
des 165, 222
Anemone, s. auch *Hepatica* u.
Pulsatilla
 – *altaica* 60, 80, 346
 – *biarmiensis* 337–339
 – *coerulea* 346
 – *crinita* 81
 – *fasciculata* 375
 – *halleri* 353, 362, 365
 – *narcissiflora* 46*, 47, 74, 102
Anemone nemorosa 58, 80,
 107, 109*, 112, 137, 143–144
 – *ochotensis* 88
 – (*Pulsatilla*) *patens* 174, 177
 – *petiolulosa* 237*, 255
 – *ranunculoides* 112, 131, 137,
 144, 151
 – *speciosa* 391*
 – *sylvestris* 66, 68, 163, 169,
 177–178, 181, 183, 218, 344
Aneurolepidium (*Agropyrum*)
 161, 295
 – *chinense* 166
 – *dasystachys* 166, 306, 310, 315–
 316, 344, 347
 – *pseudoagropyrum* 219–222*,
 225*, 226*, 294*
 – *ramosum* 167, 186, 239, 243
Angelica sylvestris 68, 74–75,
 109*, 137, 218, 336–338, 346
 – *ursina* 49, 50*
Antennaria dioica 68, 77, 120,
 122, 174, 338, 359, 362, 392
 – *friesiana* 30
Anthemis tinctoria (*ruthenica*)
 360
Anthericum ramosum 122, 170
Anthoxanthum alpinum 339
 – *odoratum* 32, 124, 128–129,
 170, 201, 205, 339, 346–347,
 388, 390
Anthriscus aemula 346
 – *sylvestris* 73*, 81, 138, 338/
 339, 360
Anthyllis pulchella 361
 – *vulneraria* 362
Apera spica-venti 186, 199
Aphanes (*Alchemilla* p.p.) 6
Aphanopleura (Umbell.) *capilli-*
folia 254
Apocynum venetum 365
Aquilegia 271, 313
 – *borodini* 347
 – *glandulosa* 347
 – *sibirica* 81, 82, 345
 – *vulgaris* 124
Arabis albida 362
 – *auriculata* 181
 – *pendula* 145, 149
 – *septentrionalis* 337
 – *turrita* 138, 149
Arbutus (Eric.) *andrachne* 364*,
 366, 376, 377
Arceuthobium (Loranth.) *oxy-*
cedri 364, 376/377
Archangelica decurrens 99, 266
 – *officinalis* 336, 338
Arctagrostis (Gram.) *latifolia* 37,
 87

- Arctium nemorosum* 112, 138
 – *tomentosum* 138
Arctogeron (Aster) *gramineum* 165, 166, 292*
Arctophila (Colpodium, Gram.) 27*
 – *fulva* 35
Arctostaphylos (Eric.), s. auch *Arctous*
 – *uva-ursi* 44, 68, 85, 99, 116, 120, 123
Arctous alpina 38–46*, 47, 50, 66, 68, 86–94, 169, 271, 337–338
 – *erythrocarpa* 90
 – *japonica* 102
Arenaria capillaris 95, 219, 292*–294*
 – *graminifolia* 173, 243, 362
 – *griffithii* 264, 325
 – *leptoclados* 254
 – *longifolia* 243
 – *musciformis* 319
 – *serpyllifolia* 163, 213, 254, 359
 – *ucrainica* 181
Aristida (Gram.) *adscensionis* 255, 287
 – *karelini* 252
 – *pennata* 241, 242, 308, 310
Aristolochia clematidis 131, 151, 209
Armeniaca (Prunus p.p.) 265
 – *sibirica* 101, 223
 – *vulgaris* 267
Arnebia (Borag.) *euchroma* 283
 – *saxatilis* 311, 312
Artemisia 46*, 103, 163–168, 259, 277–278*, 283, 344
 – *absinthium* 190
 – *afghanica* 280*
 – *anethifolia* 222*, 306, 312
 – *arctica* 47, 49
 – *arenaria* 186, 242, 295, 316
 – *armeniaca* 174, 243
 – *aschurbajevii* 261
 – *austriaca* 167, 177–195, 213, 231, 243, 360
 – *borealis* 27, 29, 30, 50*
 – *caespitosa* 289
 – *campestris* 120, 122, 172, 185, 220, 243
 – *capillaris* 310, 314
 – *cina* 243
 – *commutata* 90, 95, 99, 219, 292*, 294
 – *desertorum* 223, 318
 – *dracunculus* 81, 90, 163, 165, 218, 294*
 – *criocarpa* 253
 – *Artemisia erivanica* 395
 – *fragrans* 406
 – *frigida* 95, 164, 166, 219–225*, 228, 288, 293*, 294, 311–315, 344, 347
 – *glauca* 218, 220
 – *glomerata* 29
 – *gmelinii* 95, 220
 – *halodendron* 224
 – *herba-alba* 233
 – *hololeuca* 117
 – *incana* (Iercheana) 230, 241, 302
 – *inodora* 185, 186
 – *jacutica* 220
 – *laciniata* 85, 90, 103, 174, 219
 – *lanata* 353
 – *latifolia* 85, 88, 164, 174, 218
 – *lehmanniana* 322, 325
 – *leucophylla* 219
 – *macrocephala* 318
 – *maikara* 233, 243
 – *maritima* (s. l.) 155, 295, 351*, 352*, 353, 365
 – – (*incana*) 241–244
 – – (*salina*) 183–184, 190–197, 200, 203
 – *marshalliana* 218
 – *meyeriana* (= *hanseniana* = *maritima* s.l.) 395
 – *mongolica* 316
 – *nitrosa* 239, 243
 – *ordosica* 297, 312, 314*, 315
 – *pauciflora* 230, 241, 243, 244
 – *pectinata* 228, 315
 – *pontica* 203, 239
 – *procera* 209
 – *rupestris* 322, 324–325
 – *sacrorum* 220
 – *salsoloides* 306, 319
 – *schrenkiana* 221
 – *scoparia* 167, 222, 241, 242
 – *scoparioides* 398
 – *selengensis* 223
 – *sericea* 81, 97, 99, 164, 166, 217, 218, 239
 – *sieberi* 243
 – *skorniakowi* 322, 323*, 325
 – *sphaerocephala* 297, 306, 310, 312, 315
 – *squarrosa* 166
 – *szovitsiana* 397
 – *tanacetifolia* 91, 90, 98, 288
 – *taurica* 191, 192, 373, 375
 – *terrae-albae* 229*, 231, 233, 241, 243
 – *tiliesii* 30*
 – *tridentata* 159, 231
 – *trifurcata* 44, 49
Artemisia turanica 233
 – *turczaninowiana* 322
 – *vulgaris* 154–155
 – *wellbyi* 318–319
 – *xanthochroa* 301
 – *xerophytica* 166, 289, 297, 301, 316
Arthrophytum (Chen.) 298
 – *lindbergii* 278
 – *pallidiflorum* 278
Arum 266
 – *besserianum* 138
 – *italicum* 361
 – *maculatum* 5, 6
 – *orientale* 147, 356
Aruncus sylvestris 102, 388
Arundinaria (Gram.) 318
Arundinella (Gram.) *anomala* 228
 – *hirta* 223
Arundo (Gram.) *donax* 256
Arve, s. *Pinus cembra* bzw. *P. sibirica*
Asarum 58–63, 79, 131, 138, 144, 147, 151, 329, 345–346
 – *europaeum* 106–107, 109*, 112, 124
Asparagus brachyphyllus 197
 – *gobicus* 311, 314
 – *maritimus* 186
 – *officinalis* 182, 200, 206
 – *tenuifolius* 138, 146, 149
 – *verticillatus* 200, 365
Asperella (Gram.) *sibirica* 87
Asperugo (Borag.) *procumbens* 152
Asperula 163, 329
 – *cynanchica* 174, 359
 – *galioides* 353
 – *glauca* 151, 173
 – *graveolens* 122, 186
 – *humifusa* 179, 200, 359
 – (*Galium*) *odorata* 58, 60, 63, 79, 107, 109*, 112, 131, 132*, 133, 138, 143–144, 286, 345–346, 356, 382–388
 – *rivalis* 152
 – *taurica* 354
 – *tinctoria* 171
Aspidium, s. *Dryopteris*
 – *thelypteris*, s. *Thelypteris*
Asphodeline (Lil.) *lutea* 353
 – *taurica* 353, 365
Asplenium ruta-muraria 361
 – *trichomanes* 361
Aster alpinus 47, 88, 91, 95, 97, 166, 219, 261, 344, 347–348
 – *altaicus* 221, 224/225, 306, 311, 314

- Aster amellus* 151, 179
 – *consanguineus* 29, 30
 – *dahuricus* 223
 – *flaccidus* 290
 – *heterochaeta* 326
 – *linosyris* 172
 – *sedifolius* 157
 – *tripolium* 173, 179, 183, 185, 189, 192–204, 221–222
 – *villosus* 173, 179, 183, 185, 189, 192, 352*
Asterothamnus (Comp.) 297, 301
 – *centralasiaticus* 306, 311
Astragalus (Leg.) 253, 263, 271, 283, 312, 318–319
 – (Ammodendron) 277*
 – *adsurgens* 166, 223, 315
 – *alpinus* 91, 347
 – *arbuscula* 243
 – *arnoldii* 319
 – *asper* 183, 185
 – *aureus* 388, 407
 – *austriacus* 173–175
 – *campylorhynchus* 254
 – *caucasicus* 398
 – *cicer* 196
 – *coarctatus* 398
 – *danicus* 68, 156, 169
 – *dasyanthus* 175
 – *diapensioides* 325
 – *dilutus* 344
 – *dolichophyllus* 185, 188
 – *filicaulis* 254
 – *frigidus* 66, 68
 – *genistoides* 325
 – *glycyphyllos* 138, 148, 184
 – *gracilis* 188
 – *hohenackeri* 407
 – *hypoglottis* 177, 243
 – *macropus* 243
 – *malcolmii* 319
 – *melilotoides* 166, 222–223, 311, 315
 – *membranaceus* 99
 – *microcephalus* 398
 – *myriophyllus* 324
 – *onobrychis* 172–173, 184, 243, 353, 359
 – *physodes* 243
 – *propinquus* 81
 – *pubiflorus* 183, 188
 – *reduncus* 187, 192, 353
 – *sphaeranthus* 361
 – *tibeticus* 319
 – *virgater* 183, 186, 188
 – *virgatus* 186, 200
Astrantia major 6
Athyrium crenatum 75, 113
 – *filix-femina* 63, 68, 107, 110*, 113, 127, 137, 143–147, 339, 345, 382–388
Atragene (Clematis) 68, 75, 346
Atraphaxis (Polygon.) 265, 311
 – *buxifolia* 306
 – *frutescens* 233, 243, 253, 297, 312, 315
 – *mongolica* 306
Atriplex cana 229*, 231–232, 241, 244
 – *confertifolia* 231
 – *laciniata* 190
 – *litoralis* 89, 196
 – *nitens* 192
 – *sphaeromorpha* 187
 – *tatarica* 192, 195
Atropis, s. auch *Puccinellia*
 – *festucaeformis* 183, 184, 192
 – *fominii* 197–198
 – *hackeliana* 322, 326
 – *pamirica* 322, 326
 – *subspicata* 265, 325–326
 – *tenuiflora* 295, 344
Aulacospermum (Umbell.) 283
Avena, s. auch *Avenastrum* u. *Helictotrichon*
 – *fatua* 176
 – *ludoviciana* 191
 – *pubescens* 173, 174
Avenastrum 318, s. auch *Helictotrichon*
 – *asiaticum* 290, 347
 – *mongolicum* 95, 290
Axyris (Chen.) *amaranthoides* 287

B
Ballota nigra 151, 154
Barbarea vulgaris 178
Bartsia (Scroph.) *alpina* 44
Bassia (Chen.) 352*
 – *hirsuta* 195
 – *sedoides* 230
Beckmannia (Gram.) *eruciformis* 193, 195, 205–208, 213
 – *syzigachne* 90
Bellevalia (Hyacinthus) 163
 – *sarmatica* 176
Berberis 259, 263, 265, 283, 290, 310, 318–319
 – *heteropoda* 221
 – *iberica* 375
 – *oblonga* 262
 – *vulgaris* 137, 375, 387
Bergenia (Saxifr.) *crassifolia* 80, 82, 94, 97–98, 101, 290, 385
Bergia (Elat.) *aquatica* 399
Berula angustifolia 211
Betonica grandiflora 375, 387, 390, 392*
 – (Stachys) *officinalis* 122–128, 148, 362
Betula 27, 265, 327
 – *cajanderi* 40
 – *dahurica* 103
 – *ermani* 39*, 40, 43, 48*, 49*, 50, 102
 – *exilis* 33*, 38, 43–46*, 47–48, 84*, 86–89*, 91, 290
 – *fruticosa* 86, 87, 102
 – *humilis* 69, 81, 101, 284, 338, 346
 – *japonica* 103, 318
 – *kirghisorum* (aff. *pubescens*) 240
 – *kusmisscheffii* 40
 – *litwinowi* (aff. *pubescens*) 375, 387–388
 – *medwedewii* 387
 – *megrelica* 387
 – *microphylla* 346
 – *middendorffii* 38, 43, 45, 46*, 87, 89*, 94*, 95, 97, 102, 219
 – *nana* 36, 37*, 38, 40, 43–44, 69, 328, 337–339
 – *ovalifolia* 102
 – *papyrifera* 159
 – *pendula* (= *verrucosa*) 61, 97, 106, 108*, 111, 112, 164, 345, 356, 375, 376*, 385*–388
 – *platyphylla* 81, 82, 100, 101, 102*, 104*, 166, 224*, 313
 – *pubescens* 58, 61, 63, 69, 73*–75, 80, 101, 106, 114*, 121, 125, 185, 329, 335
 – – *var. glabra* 153, 156, 157
 – *raddeana* 375, 387
 – *rotundifolia* 43, 81, 94, 97, 164, 219, 284, 289*–290, 345, 347
 – *sinensis* 318
 – *tianschanica* 271
 – *toruosa* 39*, 40*, 43*–44, 328, 334, 336
 – *utilis* 283
 – *verrucosa* 137, 152, 156 (s. auch *pendula*)
Bidens cernuus 211
Bifora (Umbell.) *radians* 354
Biota (Thuja) *orientalis* 166, 228, 380
Blechnum spicant 6
Bolboschoenus affinis 310, 316
 – *compactus* 200
 – *maritimus* 215

- Bothriochloa*, s. *Andropogon*
Botrychium lunaria 362
Brachanthemum (Comp.) *gobicum* 166, 296*-297, 301
Brachypodium pinnatum 80, 157, 218, 266, 271, 272*, 273*, 362, 375, 388, 390
 – *sylvaticum* 80, 112, 124, 126, 131, 138, 144, 148, 266, 346, 378, 381–382
Brassica campestris 176
 – *elongata* 176, 191
Braya (Cruc.) *oxycarpa* 283
 – *pamirica* 323*–326
Briza marcowiczi 391
 – *media* 128, 170, 201
 – *spicata* 362, 365
Bromus, s. auch *Zerna*
 – *arcticus* 30
 – *benekeni* (*ramosus* s. l.) 80, 112, 131, 266, 346, 356
 – *commutatus* 208
 – *erectus* (s. *riparius*) 207
 – *inermis* 73, 81, 155–156, 189–190, 201, 206, 208, 218, 242–243, 266
 – *japonicus* 397
 – *julii* 337
 – *macrostachys* 254
 – *mollis* 360
 – *oxyodon* 235, 263
 – (*Zerna*) *riparius* (*erectus* s. l.) 138, 164, 172*, 179–186, 353, 357, 359, 360, 362, 374, 387
 – *sibiricus* 87, 88, 90
 – *squarrosus* 180, 183, 199
 – *tectorum* 192, 235, 242, 253
 – *turkestanicus* 261
 – (*Zerna*) *variegatus* 351, 360, 375, 388–393, 405
 – *vogulicus* 337
Brunella, s. *Prunella*
Brunnera (Borag.) *sibirica* 346
 Bryophyta
 – (Kältewüste) 24–27, 29
 – (Tundra) 36–41, 48
 – (Taiga) 58, 63–68, 74–76, 81–91, 97, 99–101
 – (Mischwälder) 106–107, 120–124, 127–128
 – (Laubwälder) 149, 157
 – (Steppen) 166–167, 171–175, 179–187, 192
 – (Wiesen) 204
 – (Moore) 215–217
 – (Halbwüste) 240, 242
 – (Ural) 334, 337, 339
 – (Altai) 346–347
 – (Krim) 356
 Bryophyta (Kaukasien) 377, 391
Buche, s. *Fagus*
Buddleia lindleyana 319
 – *tibetica* 319
Buffonia (*Bufonia*, *Caryoph.*)
 – *tenuifolia* 180, 353
Bulbocodium (Irid.) 163
 – *ruthenicum* 174
Bunias orientalis 175/176
Bunium (Umbell.) *capusi* 254
Buonapartis 235
Bupleurum affine 362
 – *aureum* 81, 113, 131, 157, 219, 339, 346–347
 – *bicaule* 293*, 294
 – *crassifolium* 192
 – *dahuricum* 102–103, 222
 – *exaltatum* 360
 – *falcatum* 182, 359
 – *multinerve* 217–218, 344
 – *pusillum* 221
 – *ranunculoides* 117
 – *scorzonerifolium* 223
 – *triradiatum* 47, 94
Butomus umbellatus 193, 195, 210–213
Buxus colchica 377–378
 – *hyrcana* 380
 C
Cacalia (aff. *Senecio*) *hastata* 68, 75, 81, 113, 131, 339, 346
 – *sibirica* 346
Cachrys (Umbell.) *odontalgica* 186/187
Cakile maritima 193, 199
Calamagrostis anthoxanthoides 322, 326
 – *arundinacea* 78, 88, 156, 218, 329, 339, 345, 387–388, 405
 – *elata* 79
 – *epigeios* 68, 80, 99, 153–157, 166, 186, 190, 196–197, 201, 205–210, 218, 223, 239, 242, 315, 329
 – *lanceolata* 124, 155*, 206, 216–217
 – *langsдорffii* 68, 75, 81, 88, 91, 337, 339, 345, 347
 – *lapponica* 46*, 47, 338
 – *macilenta* 305, 316
 – *neglecta* 99, 101, 124, 127, 215
 – *obtusata* 339, 345
 – *pseudophragmites* 308, 316
 – *turczaninovii* 82
Calamintha acinos 121, 362
 – *clinopodium* 124, 126
Calamintha (*Satureja*)
 – *grandiflora* 385
 – *graveolens* 354
 – *umbrosa* 378
Calla palustris 68
Calligonum (*Polygon.*) 253
 – *aphyllum* 241, 244
 – *arborescens* 251
 – *eripodium* 251
 – *microcarpum* 235*
 – *mongolicum* 295, 297, 306, 310–312
 – *roborowskii* 308
 – *zeidamense* 310, 315–316
Calluna vulgaris 44, 68, 77–78, 120–123, 125, 128
Calophaca, s. *Cytisus*
 – (*Cytisus*) *wolgarica* 183
Caltha palustris 68, 99, 128–129, 155, 201, 207, 211, 215
Calystegia sepium 152, 154
 – *soldanella* 398
Calypso (Orchid.) *borealis* 58, 70, 102
Camelina (Cruc.) *pilosa* 175
Campanula alliariaefolia 387
 – *altaica* 181
 – *anomala* 394*
 – *bononiensis* 156, 172–173, 179, 359
 – *cervicaria* 149
 – *ciliata* 391, 393, 394*
 – *collina* 390–391
 – *divergens* 362
 – *glomerata* 81, 90, 208, 263, 272*
 – *lactiflora* 387, 389*
 – *lasiocarpa* 47
 – *latifolia* 131, 138, 339
 – *meyeriana* 393
 – *mirabilis* 398
 – *multiflora* 147
 – *patula* 128, 201
 – *persicifolia* 126, 138
 – *petrophila* 393
 – *rapunculoides* 138, 152
 – *rotundifolia* 120, 122, 126
 – *ruprechtii* 393
 – *sibirica* 157, 172, 174, 177, 218, 359, 374
 – *simplex* 172*, 174, 181, 393
 – *stevani* 290, 390
 – *trachelium* 131, 138, 151
 – *tridentata* 393, 394*
 – *turczaninowii* 97
 – *wolgensis* 218
Camphorosma (Chen.) *annuum* 194–197, 203–204

- Camphorosma monspeliacum*
 191–192, 196, 197, 199, 230,
 241, 351
 – *songaricum* 196
Cannabis sativa 154
Capparis herbacea 365
Capsella bursa-pastoris 360
 – *procumbens* 196
Caragana (Leg.) 228, 259, 289,
 297, 306, 310, 312
 – *arborescens* 79, 344–345
 – *bungei* 221, 295, 297, 301*
 – *frutescens* 149, 151, 179, 297
 – *frutex* 116, 138, 152, 176–177,
 179, 181, 187, 289
 – *grandiflora* 398
 – *jubata* 313, 319
 – *korshinskii* 166, 297, 310, 315
 – *leucophloea* 301, 302*, 306
 – *microphylla* 166, 220, 225,
 294, 297, 314–315
 – *pygmaea* 221, 295, 297, 344
 – *splendens* 344
 – *stenophylla* 166, 293*, 311,
 312, 314
 – *tibetica* 319
 – *tragacanthoides* 311
Cardamine bellidifolia 26, 28–29,
 36, 337
 – *hyperborea* 30
 – *impatiens* 112, 138, 286, 346,
 377, 382
 – *pratensis* 208, 215
 – *tenera* 377
Carduus acanthoides 190
 – *hamulosus* 175
 – *nutans* 190, 260
 – *uncinatus* 186–187, 192
Carex 103, 318–319
 – *acuta* 68, 211
 – *acutiformis* 154, 211
 – *alba* 99
 – *algida* 86
 – *altaica* 347
 – *appendiculata* 100
 – *aquatilis* 41, 201
 – *arenaria* 6
 – *arnellii* 131
 – *brevicollis* 138, 146, 148, 149
 – *brizoides* 6, 124, 127, 129, 144
 – *brunnescens* 339
 – *buschiorum* (aff. *humilis*) 217,
 375, 387
 – *caespitosa* 68, 99, 201, 216
 – *canescens* 124, 201, 216, 337
 – *caryophyllea* 174
 – *chordorrhiza* 48, 68, 100
 – *colchica* 120, 122, 186, 200,
 205, 210
 – *contigua* 380
 – *cuprina* 138
 – *curaica* 290
 – *diandra* 100, 101, 215–217
 – *digitata* 65, 70, 107, 109*, 112,
 124, 137, 148–149
 – *diluta* 196
 – *dioica* 215
 – *distans* 173, 193–197, 203–204
 – *disticha* 208, 215
 – *duriuscula* 95, 167*, 220, 221,
 293–294, 311, 314–315, 344,
 347
 – *duriusculiformis* 322–323*,
 325–326
 – *clata* 6, 215
 – *elongata* 114*
 – *enervis* 290
 – *ensifolia* 94, 290
 – *ericetorum* 68, 77, 120, 122,
 125
 – *extensa* 197, 199, 200
 – *flava* 128–129, 201
 – *glacialis* 86, 91, 94, 339
 – *globularis* 35, 47, 68, 74–75*
 – *goodenoughii* 201
 – *gracilis* 155, 201, 205–208, 211
 – *halleriana* 366
 – *hirta* 129, 208
 – *hostiana* 6
 – *hudsonii* 125, 215
 – *huetiana* 39
 – *humilis* 117, 164, 172–174,
 180, 217, 358–365, 374–375,
 (s. auch *buschiorum*)
 – *hyperborea* 36, 44, 338
 – *inflata* 68, 100 (s. auch *rostrata*)
 – *irrigua* 44, 68
 – *karelini* 193
 – *korshinskiyi* 95, 99
 – *lachenalii* 49
 – *lasiocarpa* 100, 101, 124, 215,
 217, 347
 – *lepidocarpa* 6
 – *leporina* 125, 128, 129
 – *limosa* 63, 65, 68, 69, 100,
 215–217
 – *loliacea* 65
 – *lugens* 29, 35, 46*, 47
 – *macroua* 44, 98, 131
 – *melanantha* 219, 262, 265, 290,
 322, 326
 – *melanocarpa* 86, 87
 – *melanostachya* 208
 – *michellii* 122, 125, 138, 149,
 360
 – *montana* 124, 137, 148–149
 – *moorcroftii* 319–320
 – *muricata* 129, 144
 – *nigra* 68
 – *nitida* 359
 – *nivalis* 283
 – *omskiana* 214–216
 – *orbicularis* 322, 326
 – *oreophila* 391
 – *pachystylis* (*hostii*) 236, 253–
 255*, 263, 278
 – *pairaei* 148
 – *pallescens* 124, 128, 201,
 205
 – *panicea* 121
 – *paradoxa* 215
 – *parva* 326
 – *pauciflora* 68, 121, 216
 – *pediformis* 85, 97, 99, 166,
 220, 283, 294*, 344
 – *pendula* 356
 – *perfusca* 290, 347
 – *physodes* 234, 252*–253, 277*–
 278*
 – *pilosa* 106, 112, 131, 138, 143–
 149
 – *polyphylla* 266
 – *praecox* 205, 208
 – *pribylovensis* 47
 – *pseudocyperus* 211, 377
 – *pseudofoetida* 325, 326
 – *rariflora* 41, 47
 – *remota* 131, 137, 377
 – *rhizina* 137, 145, 149
 – *rigida* 35–37, 337
 – *rigidioides* 90
 – *riparia* 154, 195, 215
 – *rostrata* (*inflata*) 215, 216
 – *rotundata* 41
 – *rupestris* 29, 30
 – *ruthenica* 122
 – *sabynensis* 86, 87
 – *sajanensis* 99
 – *schreberi* 152, 183, 186, 188,
 206, 209, 213, 243
 – *scita* 49
 – *secalina* 204
 – *spicata* 138, 208
 – *stans* 27, 37, 48
 – *stellulata* 124, 128
 – *stenocarpa* 82, 290
 – *stenophylla* 167*, 186, 189,
 213, 224, 255, 278
 – *stricta* 155, 201, 215
 – *supina* 125, 175, 184, 243, 344
 – *sylvatica* 112, 131, 138, 144,
 345, 356, 380
 – *tomentosa* 359, 360
 – *tristis* 390–391, 393
 – *uralensis* 167*
 – *ursina* 26
 – *vaginata* 68

- Carex verna* 151
 – *vesicaria* 201, 205
 – *vulgaris* 124–125, 128–129
 – *vulpina* 205, 207
Carpinus betulus 4–5, 105–106*, 111–115*, 116, 130, 132, 138, 143–146, 164, 354, 356
 – *caucasica* (aff. *betulus*) 375–384
 – *orientalis* 354, 356, 366, 375, 377, 381, 405
 – *schuschaensis* 381
Carum carvi 201, 208, 271
 – *causicum* 393
Caryopteris (Verb.) 306, 311
Cassandra, s. *Chamaedaphne*
Cassiope (s. auch *Harrimanella*)
 – *ericoides* 90
 – *hypnoides* (*Harrimanella*) 338
 – *lycopodioides* 44
 – *tetragona* 29, 38, 44, 46*–47, 90
Castalia (Nymph.) *colchica* 399
Castanea sativa 375, 377–378, 382, 404
Castilleja (Scroph.) 91
 – *elegans* 50*
 – *pallida* 218
Cedrus deodara 279, 281*
Celtis (Ulmac.) *caucasica* 270, 403, 405
Centaurea, s. auch *Leuzea*
 – *arenaria* 186
 – *axillaris* 178–183, 360, 392*
 – *breviceps* 185
 – *declinata* 362
 – *diffusa* 176, 182, 191
 – *glastifolia* 197
 – *inuloides* 213
 – *jacea* 128, 170, 205, 268, 360
 – *konkai* 210
 – *marschalliana* 120, 122
 – *orientalis* 175–176, 179, 353
 – *rhenana* 172
 – *ruthenica* 138, 179, 181
 – *scabiosa* 179, 186
 – *seuseana* 362
 – *stereophylla* 176, 179
 – *supina* 175
 – *taliewi* 186–187
 – *trichocephala* 179, 184
Centaureum, s. auch *Erythraea*
 – *linearifolium* 20
 – *pulchellum* 193, 204
Cephalanthera grandiflora 137–138
 – *longifolia* 131, 384
 – *rubra* 117, 125, 356
Cephalaria (Dipsac.) *coriacea* 361
 – *latifolia* 388
Cephalaria tatarica 388
 – *transsylvanica* 164
 – *uralensis* 179, 182, 184
Cerastium 266
 – *alpinum* 24, 290
 – *anomalum* 212
 – *arcticum* 24
 – *arvense* 175
 – *bialynickii* 30
 – *biebersteinii* 355, 360–361*
 – *cerastioides* 262, 265, 283, 326
 – *fischerianum* 44
 – *maximum* 30
 – *multiflorum* 393
 – *nemorale* 147
 – *purpurascens* 393
 – *regelii* 24, 27–28, 37
 – *schmalhauseni* 185
 – *semidecandrum* 355
 – *sergii* 121
 – *tianschanicum* 273*
 – *triviale* 32
 – *ucrainicum* 185, 188, 213
Cerasus (*Prunus* s. l.) 168, 259, 267, 283
 – *avium* 5–6
 – *bifrons* 278
 – *fruticosa* 116, 170–179
 – *incana* 375, 398
 – *maximowiczii* 103
 – *microcarpa* 398
 – *verrucosa* 263
Ceratocarpus (Chen.) *arenarius* 182, 190, 221, 230, 240
Ceratocephalus (= *Ranunculus*) 163
 – *falcatus* 235
 – *orthoceras* 192, 230
Ceratophyllum demersum 210
 – *submersum* 211
Ceratostigma (Plumb.) *griffithii* 319
Cercis (Leg.) *griffithii* 280, 278–280*, 281*
 – *siliquastrum* 364
Cercocarpus (Ros.) 159
Cerinthe (Borag.) *minor* 176, 354
Ceterach officinarum 377
Chaerophyllum aromaticum 138, 150
 – *aureum* 356
 – *prescottii* 176, 243
 – *temulum* 176
Chamaecyparis 119
Chamaedaphne (= *Cassandra* = *Lyonia*, Eric.)
 – *calyculata* 48, 65, 68, 75, 121, 216
Chamaemelum (*Anthemis*) *melanoloma* 393
Chamaenerium (*Epilobium*)
 – *angustifolium* 49, 68, 74–75, 80–81, 88, 107, 218, 339
 – *latifolium* 47, 91, 97
Chamaepericlymenum (*Cornus*) *suecicum* 68
Chamaerhodos (Ros.) *altaica* 166
 – *erecta* 103
 – *grandiflora* 99
 – *sabulosa* 318
Chamaerops (*Trachycarpus*) *ex-celsa* 363
Chamaesciadium (Umbell.)
 – *acaule* 391
Chelidonium majus 271
Chenopodium acuminatum 287
 – *album* 175–176, 191, 360
 – *aristatum* 294
 – *bonus-henricus* 6
 – *foliosum* 189
 – *polyspermum* 175, 210
 – *rubrum* 175
 – *vulvaria* 221
Chimaphila (*Pyrola*) *umbellata* 77, 120–121, 125
Chondrilla 235
 – *ambigua* 242
 – *junceae* 122, 176, 186, 191–192
Chorispora (Cruc.) *bungeana* 283
 – *macropoda* 283
 – *tenella* 192, 212, 353
Chosenia (aff. *Salix*) *macrolepis* 40, 46*–47, 90–91
Christolea (Cruc.) *pamirica* 322, 325
Chrysanthemum 278
 – *arcticum-alaunicum* 117
 – *bipinnatum* 32
 – *corymbosum* 137, 148, 178
 – *leucanthemum* 201, 205
 – *sibiricum* 84, 91, 217
Chrysopogon (*Andropogon*) *gryllus* 186
Chrysosplenium alternifolium 47, 109*, 137, 144, 204
 – *tetrandrum* 26
 – *wrightii* 29
Cicer (Leg.) 283
Cicerbita (*Lactuca*) *gmelinii* 113
 – *muralis* 356
 – *uralensis* 131, 339
Cichorium intybus 179, 196–197, 208
Cicuta virosa 90, 100, 210–211
Cimicifuga (*Ranunc.*) *foetida* 137, 145, 346

- Circaea alpina* 58, 60, 109*, 204, 346
 – *lutetiana* 79, 131, 138, 144, 346, 385
Cirsium aduncum 393
 – *arvense* 175–176, 190, 201
 – *canum* 191
 – *elodes* 197, 203
 – *heterophyllum* 44, 63, 68, 73*–74, 339, 347
 – *incanum* 154, 206, 209, 211
 – *kamtschaticum* 49
 – *obvallatum* 389*, 393
 – *oleraceum* 63, 68, 138
 – *palustre* 68
 – *tomentosum* 393
Cistanche (Orob.) 252
Cistus creticus 364, 376
 – *salviaefolius* 376–377
 – *tauricus* (aff. *creticus*) 364–365*, 376
Citrus spp. 401, 402
 – *trifoliata* 146
Clausia (Cruc.) *aprica* 217
Claytonia (Portul.) *acutifolia* 47, 90
 – *arctica* 30, 44
 – *eschscholtzii* 43
 – *ioanneana* 274, 290
 – *tuberosa* 47
Cleistogenes (Diplachne, Gram.)
 – *mutica* 295*, 311–315
 – *serotina* 220
 – *sinensis* 295, 300
 – *songorica* 166
 – *squarrosa* 166, 185, 220–224, 228, 293*–294, 344
Clematis angustifolia 295
 – *hexapetala* 103, 166, 219, 222–223
 – *integrifolia* 138, 175, 362
 – *orientalis* 256, 308
 – *pseudoflammula* 184
 – *recta* 125–126, 138, 149
 – *songarica* 306, 311
 – *vitalba* 356, 366, 377
 – *viticella* 377
Cliffortia (Ros.) 297
Clinelymus, s. auch *Elymus* u. *Hordelymus*
 – *sibiricus* 90, 99
Clinopodium vulgare 138, 148, 366
Cnidium (Umbell.) *ajanense* 90
 – *venosum* 155, 204–206
Cobresia, s. *Kobresia*
Cochlearia arctica 338
 – *groenlandica* 28
 – *officinalis* 24, 26
Coeloglossum (Orchid.) *viride* 271
Colchicum autumnale 5–6
 – *bulbocodioides* 180
 – *speciosum* 390
Colpodium (Gram.) s. auch *Archtophila*
 – *caucasicum* 391
 – *humile* 231, 395
 – *leucolepis* 325
 – *parviflorum* 263
 – *versicolor* 391
Colutea cilicica (aff. *arborescens*) 365*
 – *gracilis* 278
Comarum palustre 36, 41, 68, 75, 99–101, 124–125, 206, 215, 217
Conioselinum latifolium 266
Conium maculatum 68
Conringia orientalis 176
Convallaria majalis 58, 112, 126, 131, 148, 151, 223, 356
Convolvulus ammannii 161, 225, 289, 294
 – *arvensis* 175–176, 191, 208
 – *cantabricus* 365
 – *fruticosus* 243, 303*, 311
 – *gortschakovii* 297, 301
 – *lineatus* 197
 – *persicus* 398
 – *tragacanthoides* 297, 311
Corallorhiza trifida (= *innata*) 58, 68, 271
Corispermum (Chen.) 224, 241
 – *aralo-caspicum* 242
 – *gmelini* 315
 – *heptapotamicum* 308
 – *hyssopifolium* 287
 – *intermedium* 210
 – *laxiflorum* var. *caucasicum* 398
 – *mongolicum* 312, 316
Cornus canadensis 60, 159
 – *mas* 138, 145, 151, 354, 356, 366, 375, 377, 381
 – *sanguinea* 126, 130, 138, 144, 147–148, 354
 – *suecica* 58*, 60, 68 (s. auch *Chamaepericlymenum*)
Coronilla 377
 – *elegans* 138, 145–146
 – *emeroides* 366
 – *scorpioides* 365
 – *varia* 138, 151, 208, 359, 362
Cortusa (Prim.) *altaica* 347
 – *matthioli* 68
Corydalis 318
 – *bracteata* 80, 346
Corydalis cava 112, 131, 138, 151
 – *gortschakovii* 283
 – *halleri* 131, 137
 – *intermedia* 138
 – *marshalliana* 131, 283, 356
 – *solida* 112, 144, 151
Corylus avellana 6, 58, 106–112, 124, 130, 132, 137, 143, 147–148, 151, 354, 356, 375
 – *columna* 405
 – *heterophylla* 103, 319
 – *mandshurica* 318
Cotinus (Anacard.) *coggygia* 117, 145, 149, 151, 353–356, 364, 365*, 366, 376
Cotoneaster 265, 306, 310, 312–313, 319, 398
 – *acutifolia* 319
 – *melanocarpa* 69, 81, 97, 221, 223, 241, 339, 344–345
 – *multiflora* 156, 387
 – *nummularia* 365
 – *uniflora* 73*, 221, 338
Cousinia (Comp.) 259, 264, 283, 284*
 – *alata* 255
 – *caespitosa* 262
 – *oxiana* 277*
 – *rubiginosa* 325, 327
Crambe maritima 200
 – *tatarica* 164, 173–174, 179–182, 186, 353
Crataegus 125, 264*–268*, 375
 – *ambigua* 381
 – *azarolus* 267
 – *kyrtostyla* 137, 380, 375
 – *lagenaria* 380
 – *melanocarpa* 381
 – *monogyna* 138, 147–153, 354
 – *orientalis* 356
 – *oxyacantha* 6, 144
 – *pentagyna* 375
 – *sanguinea* 223, 241
 – *songorica* 279
 – *turkestanica* 279
Cremanthodium (Comp.) 318
Crepis 318
 – *chrysantha* 290, 338
 – *flexuosa* 325
 – *pallasii* 293*
 – *paludosa* 63, 68
 – *rigida* 179
 – *sibirica* 68, 81, 98–99, 103, 131, 145, 149, 218, 266, 339
 – *tectorum* 90, 208
Cressa (Convolv.) *cretica* 233*–234

Dracocephalum tanguticum 315
Drosera 240
 – *anglica* 100, 399
 – *intermedia* 399
 – *longifolia* 216–217
 – *rotundifolia* 65, 125, 216–217, 399
Dryas 88, 259, 289*
 – *caucasica* 389/390
 – *crenulata* 86*–87
 – *grandis* 91
 – *octopetala* 24–25, 36–38, 44, 46*, 66, 169, 338
 – *oxyodonta* (= *octopetala* s. l.) 347
 – *punctata* 27, 44, 46*, 66, 91, 94–95, 274
Dryopteris, s. auch *Thelypteris* u. *Gymnocarpium* 377
 – *austriaca* 107, 110*
 – *dilatata* 75
 – *filix-mas* 60, 80, 106–107, 124, 131, 137, 144, 147, 286, 345–346, 356, 382–387
 – *fragrans* 46*–47, 337
 – *lanceolata-cristata* 107, 110*, 113
 – *linnaeana* 58, 60, 62, 74–75, 107, 110*, 345, 388–389
 – *oreopteris* 383
 – *phegopteris* 58
 – *pumila* 137
 – *spinulosa* 58, 62, 68, 74, 127, 137, 143–144, 145
 – *thelypteris* 75 (s. *Thelypteris*)
Dupontia (Gram.) *fischeri* 27–28, 35–38

E

Echinops (Comp.)
 – *dahuricus* 222, 294
 – *gmelini* 311, 314, 316
 – *nanus* 327
 – *ritro* 163, 192, 243
Echinopsilon (Chen.)
 – *divaricatum* 287, 325
 – *hirsutum* 196–199
 – *sedoides* 192
Echium altissimum 351*
 – *rubrum* 125, 171–172, 179, 181, 183
Eclipta (Comp.) *marginata* 399
Efeu, s. *Hedera*
Eibe, s. *Taxus*
Eiche, s. *Quercus*
Elaeagnus 158*, 244, 307*, 407
 – *angustifolia* 241

Elaeagnus moorcroftii 305–306, 308
 – *oxycarpa* 256
 – *pungens* 319
 – *turcomanica* 256
Elatine alsinastrum 213
 – *hungarica* 213
Elodea, s. *Helodea* 210
Elymus, s. auch *Clinelymus* u. *Hordelymus* 305
 – *dasystachys* 322, 325–326
 – *gerardianus* 318
 – *giganteus* 186, 199, 219, 241, 398
 – *juncus* 318
 – *multicaulis* 256
 – *sabulosus* 244
Elyna, s. *Kobresia*
Eminium (Arac.) 255
 – *lehmanni* 277*
Empetrum 45, 47, 58, 97, 387, 389
 – *hermaphroditum* 43*, 338
 – *nigrum* 32*, 35, 40, 44, 47, 49, 68–69, 74–75, 78, 87, 90–91, 217, 329, 336*–337
 – *sibiricum* 97, 99, 102
Ephedra (Gymnosp.) 253, 263, 283, 308, 388
 – *ciliata* 278
 – *distachya* 185, 192, 241, 320
 – *equisetina* 278, 310–312
 – *fedtschenkoi* 325
 – *gerardiana* 320
 – *intermedia* 270, 327
 – *lomatolepis* 251
 – *przewalskii* 297, 301, 306, 311, 316
 – *strobilacea* 251, 308
Epigaea (Eric.) *gaultherioides* 378
Epilobium (Onagr.)
 – *anagallidifolium* 32
 – *angustifolium* s. bei *Chamaenerium*
 – *hirsutum* 211
 – *lamyi* 138
 – *latifolium* 283
 – *montanum* 112, 138, 286, 346
 – *palustre* 68, 152, 215, 305
 – *tetragonum* 211
 – *uralense* 337
Epipactis 267
 – *atrorubens* 117
 – *latifolia* 356
 – *palustris* 68, 124, 215
Epipogon (Orchid.) *aphyllus* 58, 223
Equisetum arvense 201, 205, 290
 – *heleocharis* 68

Equisetum hiemale 68, 137
 – *limosum* 124, 157, 201, 215
 – *maximum* 138, 147
 – *palustre* 68
 – *pratense* 68, 75, 82, 110*, 112, 137
 – *scirpoides* 68, 99
 – *sylvaticum* 62, 68, 74–75, 107, 110*, 124, 127, 345
Eragrostis aegyptiaca 206
 – *minor* 167, 175–176, 190–191, 206, 287, 295*
 – *suaveolens* 210
Eranthis (Ranunc.) 274
 – *longistipitata* 254
Eremopyrum (Agropyrum)
 – *hirsutum* 255
 – *orientale* 253
 – *triticeum* 253
Eremospartum (Eremosparton, Leg.) 253
 – *flaccidum* 235*
Eremostachys (Lab.) *labiosa* 255*
 – *tuberosa* 244
Eremurus (Lil.) 252, 259, 263
 – *altaicus* 164
 – *kaufmannii* 283
 – *korshinskii* 283
 – *olgae* 278*
 – *regelii* 268*
Erianthus (Gram.) *purpurascens* 256
Erica arborea 376
 – *tetralix* 1, 5
Erigeron aurantiacus 273*
 – *canadensis* 175–176, 205, 211
 – *orientalis* 360, 390
Eriophorum 35, 88, 318–319
 – *angustifolium* 27–28, 41, 125, 290, 347
 – *brachyantherum* 47
 – *chamissonis* 27, 37, 47
 – *gracile* 44, 100, 217
 – *humile* 347
 – *polystachyum* 217
 – *russeolum* 41
 – *scheuchzeri* 28, 32*, 290
 – *vaginatum* 32*, 46*–47, 63, 65, 68, 75, 121, 124–125, 217
Eritrichium (Borag.) 283
 – *aretioides* 30
 – *pectinatum* 220
 – *villosum* 27, 36
Erle, s. *Alnus*
Ermania (Christolea, Cruc.) *himalayensis* 283
Erophila (s. auch *Draba*) 163
 – *verna* 181, 185, 188, 189, 192

Eruca sativa 175
Erucastrum armoracoides 182
Eryngium campestre 171,
 182–188, 196, 351*
 – *maritimum* 398
 – *nigromontanum* 396
 – *planum* 175, 197, 203, 242
Erysimum altaicum 325
 – *aureum* 147, 179
 – *canescens* 183, 243
 – *cuspidatum* 359
 – *humillimum* 324
 – *marshallianum* 99, 179
 – *repandum* 191
 – *versicolor* 192, 243
Erythraea pulchella 290, s. auch
Centaureum
Erythronium (Lil.) *sibiricum* 80,
 345–347
Esche, s. *Fraxinus*
Euonymus, s. *Evonymus*
Eupatorium cannabinum 152,
 196
Euphorbia 314*, 315
 – *alata* 273*
 – *amygdaloides* 138
 – *angulata* (= *dulcis*) 138, 146,
 149
 – *biglandulosa* (*rigida*) 365
 – *cyparissias* 123
 – *falcata* 191
 – *glareosa* 179–184
 – *graeca* 365
 – *helioscopia* 175
 – *humifusa* 191
 – *kansu* 315
 – *myrsinites* 365
 – *pallasii* 222
 – *palustris* 154, 210
 – *paralias* 377, 398
 – *peplis* 193, 199
 – *petrophila* 117, 362
 – *pilosa* 346
 – *procera* 174
 – *pubescens* 398
 – *rapulum* 237*, 255
 – *rigida* (= *biglandulosa*) 365
 – *rupestris* 221
 – *seguieriana* 78, 182–186, 189,
 196–197, 235
 – *uralensis* 212
 – *virgata* 175–176, 205–209, 213,
 243
Euphrasia tatarica 290, 359
Eurotia (Chen.) *ceratoides*
 295, 297, 300*–301, 311, 316,
 318, 320, 322, 324*–326, 344,
 388

Evonymus (*Euonymus*) 265, 318
 – *europaeus* 106, 112, 126, 130,
 137, 143–144, 147–153, 354,
 375, 381
 – *latifolius* 356, 381–382
 – *macropterus* 103
 – *nanus* 138, 145, 313
 – *verrucosus* 106, 112, 121–126,
 130, 138, 143–151, 356, 361,
 375, 381
Exochorda (Ros.) 259, 265

F

Fagonia (*Zygoph.*) 256
Fagus orientalis 374*–379, 382*
 – 389*, 405
 – *sylvatica* 1, 4, 6, 105–106*, 111,
 130
 – *taurica* 354, 355*, 356*, 382*
Falcaria vulgaris (= *rivini*) 182,
 188*–189, 200, 213
Ferula (*Umbell.*) 259, 261
 – *assa-foetida* 254–255
 – *caspica* 163, 187–188
 – *ferulago* 179
 – *gracilis* 243
 – *orientalis* 188
 – *songorica* 164, 243
 – *tatarica* 187
 – *tenuisecta* 264*
Festuca alaica 265
 – *altaica* 47
 – *altissima* 6, 109*
 – *arundinacea* 195–197, 203–204,
 215
 – *beckeri* 177, 185–186, 200
 – *brachyphylla* 24
 – *brevifolia* 36–37, 44
 – *coelestis* 322, 325
 – *cryophila* 28
 – *drymeia* 381
 – *gigantea* 79, 131, 138, 144, 266,
 345–346, 383
 – *heterophylla* 6, 138
 – *jacutica* 85, 220
 – *kryloviana* 347
 – *lenensis* 85, 95, 166, 219–220,
 290, 292*
 – *montana* 382, 384–385, 387
 – *mysurus* 254
 – *orientalis* 193, 195–196
 – *ovina* s. l. 68, 97–99, 120–123,
 126, 128, 337, 391, 393
 – *pratensis* 128–129, 170, 174,
 201, 204–205, 208
 – *pseudovina* 219, 221, 290, 344,
 347

Festuca rubra s. l. 26, 82, 99, 128,
 170, 201, 205, 208, 290, 318
 – *sulcata* 122, 125, 138, 155,
 164–190, 218–221, 230–233,
 241–244, 261, 263, 288, 322,
 325, 327, 353, 357–362, 373–
 374, 387, 390, 393
 – *supina* 38, 44, 87–88, 290,
 338–339, 393
 – *sylvatica* 79/80, 131, 138, 345–
 346
 – *vallesiaca* 166, 172
 – *varia* 375, 390, 393, 405, 407
Ficaria (s. auch *Ranunculus*
ficaria)
 – *verna* 207, 356
Fichte, s. *Picea*
Ficus carica 146, 270
 – *colchica* 377–378
 – *hyrcana* 380
Filipendula hexapetala 15, 149,
 151, 163, 168–172*, 177–183,
 201–208, 218, 239–243, 274,
 329, 344, 353, 360–365, 373–
 374, 388
 – *kamtschatica* 49
 – *ulmaria* 63, 68, 75, 114*, 127,
 129, 144, 147, 152, 156, 201,
 218, 242, 339
Flechten, s. *Lichenes*
Föhre (*Forche*), s. *Pinus sylvestris*
Fragaria collina 355, 362
 – *orientalis* 81, 102
 – *vesca* 62, 68, 120–126, 131, 137,
 148
 – *viridis* 174, 177, 179, 182–183,
 218, 360
Frangula alnus (= *Rhamnus*
frangula) 63, 121–126, 137,
 143–144, 155, 196, 209, 377
Frankenia (nahe *Tamar.*) 244
 – *hirsuta* 192, 196–198, 351
 – *pulverulenta* 197
Fraxinus 130, 265, 267
 – *excelsior* 6, 105–106*, 112,
 124, 138, 151, 164, 354, 356,
 375–384
 – *mandschurica* 103
 – *oxycarpa* 366
 – *potamophila* 256
 – *xanthoxyloides* 279
Fritillaria (Lil.) 319
 – *meleagris* 201, 207–208, 214
Fumana, s. *Helianthemum*

G

Gagea 112, 190, 236, 252, 254,
 255, 262
 – *bulbifera* 177, 188, 192

- Gagea erubescens* 121, 174, 181
 – *lutea* 138, 144
 – *minima* 138, 144
 – *pusilla* 181, 188, 192, 207
 – *reticulata* 244, 254
 – *samojedorum* 337
 – *stipitata* 254
 – *szovitsii* 188
Gaillonia (Rub.) *bruguieri* 232*
Galanthus caucasicus 381
 – *nivalis* 138, 144
 – *plicatus* 356
Galatella (Comp.) *dracunculoides* 179
 – *fastigiata* 217–218
 – *hauptii* 243
 – *punctata* (discoides) 151, 157, 203, 218, 243
 – *trinervifolia* 239
Gale (Myrica) *palustris* 5, 6
Galeobdolon, s. *Lamium*
Galium aparine 137, 151–152, 154, 360
 – *boreale* 62, 68, 81–82, 88, 97, 99, 102–103, 174, 205, 209, 218–219, 243, 271, 290, 345
 – *cruciata* 131
 – *kiapazi* 393
 – *krylovii* 346
 – *mollugo* s.l. 359, 362, 365
 – *odoratum* (s. *Asperula*)
 – *palustre* 68, 124, 128
 – *rotundifolium* 382
 – *rubroides* 68, 151
 – *ruthenicum* (aff. *verum*) 177, 181, 184, 188, 213
 – *schultesii* 131, 138
 – *simile* 262
 – *spurius* 356
 – *tauricum* 360, 362
 – *tenuissimum* 254
 – *tricornis* 191
 – *trifidum* 125
 – *triflorum* 58
 – *uliginosum* 63
 – *vartani* 393
 – *vernus* 126, 138, 143, 146, 149
 – *verticillatum* 359
 – *verum* 81, 90, 95, 123–124, 148, 170, 172*–174, 177, 179, 206, 208, 218–219, 221, 231, 243, 290, 294, 345, 359–360, 362
Gamanthus (Chen.) *ovinus* 233*
 – *pilosus* 397
Gasparrinia (Umbell.) *peucedanoides* 147
Genista germanica 122, 127
 – *pilosa* 5
 – *tinctoria* 78, 122–123, 151
Gentiana 318–319, 326
 – *algida* 47, 290
 – *altaica* 290
 – *aquatica* 283
 – *auriculata* 47
 – *barbata* 88, 223
 – *cruciata* 362
 – *decumbens* 219, 347
 – *dshimilensis* 393
 – *grandiflora* 347
 – *macrophylla* 223
 – *nutans* 290
 – *olivieri* 254, 255*
 – *pseudoaquatica* 289
 – *tenella* 289, 339
Geranium 103, 259
 – *albiflorum* 94, 347
 – *bifolium* 218
 – *collinum* 195–196, 201, 203, 208, 263, 326
 – *columbinum* 354
 – *erianthum* 49
 – *ibericum* 390
 – *jakutense* 90
 – *lucidum* 354
 – *palustre* 152
 – *phaeum* 131, 138
 – *platypetalum* 390
 – *pratense* 208, 242, 339
 – *pseudosibiricum* 81–82, 99, 131
 – *psilostemon* 388
 – *pylzovianum* 315
 – *robertianum* 79, 112, 131, 346, 356, 385
 – *sanguineum* 120, 122–123, 126, 149, 170, 174, 359, 366
 – *saxatile* 261, 273*
 – *sylvaticum* 44, 68, 75, 339, 346, 389*
 – *tuberosum* 237*, 254
Geum aleppicum 6*, 137
 – *rivale* 63, 68, 109*, 129, 144, 147
 – *urbanum* 137, 144, 147–148, 151, 271
Gladiolus imbricatus 184, 208
Glaucium (Papav.) *flavum* 365
Glaux (Prim.) *maritima* 194–195, 203, 215, 312, 314, 316, 326
Glechoma hederacea 106, 112, 201, 206, 209
 – *hirsuta* 131, 138, 143–144, 151
Gleditschia (Leg.) *caspia* 380
Glyceria aquatica 211, 215
 – *fluitans* 205–207
Glycyrrhiza (Leg.)
 – *echinata* 211
 – *glabra* 200, 256, 397
 – *inflata* 308
 – *uralensis* 221–222, 243, 305–306, 308
Gnaphalium norvegicum 44
 – *supinum* 262, 265, 339
 – *sylvaticum* 137, 143
Goebelia (Sophora, Leg.) *aloppecuroides* 308
Goniolimon (s. auch *Statice*) 182
 – *graminifolium* 185
 – *repens* 68
 – *speciosum* 95, 220–221, 344
 – *tataricum* 176, 181*, 184, 188
Goodyera repens 58, 60, 62, 74, 77, 81, 99, 102, 271, 356, 386–387
Gratiola (Scroph.) *officinalis* 205–206, 209
Grossularia (Ribes) 265
 – *reclinata* 387
Gymnadenia (Orchid.) 120
 – *conopsea* 68, 88
Gymnocarpium (= *Dryopteris*)
 – *dryopteris* (= *Dryopteris linnaeana*) 68
Gymnocarpus przewalskii 297, 306, 308, 311
Gypsophila 314*, 315
 – *altissima* 217–218, 243
 – *aretioides* 399
 – *capituliflora* 321
 – *cephalotes* 262
 – *dahurica* 166, 222, 294
 – *fastigiata* 173
 – *glomerata* 355, 361
 – *muralis* 176, 210
 – *paniculata* 182, 243
 – *tenuifolia* 394*
 – *trichotoma* 197, 199
 – *uralensis* 66, 73*, 337–338
 H
Hainbuche, s. *Carpinus*
Halanthium (Chen.) *rarifolium* 397
Halimocnemis (Chen.) 234
Halimodendron (Leg.) *ammo-*
dendron 241
 – *argenteum* 398
 – *halodendron* 256, 306, 308
Halocnemum (Chen.) *strobilaceum* 192, 197–199, 233–234*, 244, 251, 308, 310, 351, 398
Halogeton (Chen.) 325
 – *arachnoides* 287
 – *glomeratus* 287, 308, 316, 344

- Halopeplis* (Chen.) *pygmaea* 233*
Halostachys (Chen.) *belangeriana* 310
 – *caspica* 233*–234, 256, 308, 398
Haloxylon (Chen.) *ammoidendron* 251*, 287, 289, 295, 297*–298, 301*, 303*, 305
 – *aphyllum* 231, 234, 251*, 253*, 256
 – *persicum* 234–235*, 242, 251, 252*, 253, 298
 – *salicornicum* 256
Hammada (Chen.) *wakhanica* 327
Haplophyllum (Ruta) *dauricum* 166, 222, 306, 314*–315
 – *pedicellatum* 254
 – *perforatum* 255*
Harrimanella (s. auch *Cassiope*) *hynoides* 44
Hasel, s. *Corylus*
Hedera colchica 377, 386
 – *helix* 2*, 5, 111–112, 138, 144, 356
 – *pastuchovii* 376–377, 380, 382
 – *taurica* (aff. *helix*) 356
Hedysarum (Leg.) 297, 306, 313
 – *alpinum* 66, 68
 – *arcticum* 338
 – *cephalotes* 324–325
 – *grandiflorum* 117
 – *mongolicum* 255, 297, 312, 315
 – *neglectum* 219
 – *obscurum* 91
 – *polymorphum* 290
 – *scoparium* 297, 310, 312, 315
Heleocharis 314, 318–320
 – *atropurpurea* 316
 – *cuuniglumis* 90
 – *palustris* 155, 201, 204, 206, 213, 216
 – *uniglumis* 193–195, 205
Helianthemum canum 353
 – *chamaecistus* 359, 362, 366
 – *fumana* 362
 – *grandiflorum* 360
 – *marifolium* 359
 – – *var. canum* 117, 362
Helichrysum arenarium 78, 120, 122, 163, 172, 175, 179, 184–185, 278, 360, 362
Helictotrichon (*Avena*, *Avenastrum*) 161
 – *asiaticum* 390
 – *desertorum* 164, 168, 173, 217–218 242–2, 24361, 344
Helictotrichon krylovii 220
 – (*Avena*) *pratense* 6
 – (*Avena*) *pubescens* 116, 272*, 344, 390
 – *schellianum* 95, 99, 116, 163, 166, 174, 181, 218–219, 242
 – (*Avena*) *versicolor* 390
Heliotropium arguzioides 252
 – *europaeum* 365
 – *micranthum* 242
 – *stevenianum* 192
Helleborus purpurascens 138
Helodea canadensis 210
Hemerocallis (Lil.) *flava* 218–219, 295
 – *minor* 102–103, 219, 222–223
Hepatica triloba (= *nobilis*) 58, 60, 106–107, 109*, 112, 126, 138, 143
Heracleum 375
 – *dissectum* 81, 99, 218
 – *ligusticifolium* 362
 – *mantegazzianum* 388
 – *pubescens* 388
 – *sibiricum* 68, 137, 154, 201, 339
Herniaria incana 184
Hesperis matronalis 151
 – *tristis* 151, 174, 293*–294, 353
Hibiscus (Malv.) *ponticus* 399
 – *syriacus* 145/146
Hieracium 201
 – *alpinum* 339
 – *cymosum* 173–174
 – *echioides* 169, 243
 – *pilosella* 120–123, 360
 – *praealtum* 360
 – *umbellatum* 81
Hierochloë (Gram.) *alpina* 29, 44, 47–48, 50, 90, 290, 338
 – *australis* 6
 – *odorata* 184, 190, 201
 – *pauciflora* 35
Hippolytia, s. *Tanacetum*
Hippophaë rhamnoides 283, 286, 308, 315, 319, 327, 403
Hippuris vulgaris 212
Holcus lanatus 128, 204
 – *mollis* 6
Hololachna (Tamar.) *soongorica* 232*
Holosteum
 – *glutinosum* 254
 – *umbellatum* 121, 154, 163, 181, 188–189, 192, 254
Honckenya (*Minuartia*) *peploides* 27*
Hordelymus (*Elymus*, *Clinelymus*) *europaeus* 6, 112, 131, 138
Hordeum brevisubulatum 90, 261, 290, 305
 – *bulbosum* 264*, 268*
 – *caput-medusae* 192
 – *crintum* 365
 – *gussoneanum* 398
 – *leporinum* 255, 397–398
 – *turkestanicum* 322, 325–326
Hottonia palustris 211
Humulus lupulus 151–152, 377
Huperzia, s. *Lycopodium*
Hutchinsia elliptica 351
Hyacinthella 163
 – *leucophaea* 173–174, 353
Hyacinthus, s. auch *Hyacinthella*
 – *ciliatus* 182, 353
Hydrangea 318
Hydrocharis morsus-ranae 210, 215
Hymenocrater (Lab.) *bituminosus* 398
Hymenolaena (Umbell.) 283
Hymenolobus (Cruc.) *procumbens* 254
Hyoscyamus niger 189
Hypecoum (Papav.) *erectum* 221
Hypericum attenuatum 223
 – *hirsutum* 138
 – *montanum* 138
 – *perforatum* 120, 122, 137, 359, 365
 – *perplexum* 359
 – *quadrangulum* 339
Hypochoeris maculata 177
Hyssopus cretaceus 116*–117

I

- Iberis taurica* 365
Ilex colchica 375, 378, 383–384, 386, 403
 – *hyrcana* 380
Iljinia (Chen.) *regellii* 297, 301, 308
Impatiens noli-tangere 127, 137, 144, 147
 – *parviflora* 266, 271
Imperata (Gram.) *cylandrica* 256, 319
Inula aspera 179
 – *britannica* 154–155, 205–206, 213
 – *germanica* 138, 163, 187
 – *glandulosa* 375, 390
 – *grandis* 278*
 – *hirta* 157, 163
 – *magnifica* 388
 – *oculus-Christi* 357, 360, 362, 365

Inula sabuletorum 209
 – *salicina* 148, 208, 223, 243
Iris 252, 259
 – *aequiloba* (aff. *pumila*) 192
 – *biglumis* 287*
 – *dichotoma* 103, 166, 222
 – *elegantissima* 396
 – *ensata* 306, 310–312
 – *flavissima* 174, 221
 – *furcata* 172
 – *graminea* 149
 – *halophila* 183–184, 243
 – *humilis* 180
 – *pseudacorus* 208, 211, 399
 – *pumila* 164, 176–183, 192, 353, 388
 – *ruthenica* 218
 – *scariosa* 164
 – *tenuifolia* 295
 – *tianschanica* 325–326
 – *tigridia* 293*
 – *tigrina* 166
 – *uniflora* 102
 – *ventricosa* 223
Isatis 253
 – *oblongata* 99
Isolepis (*Scirpus*) *fluitans* 6
 – *setacea* 6
Isopyrum (*Ranunc.*) *anemonoides* 283
 – *thalictroides* 112, 131, 138, 144
Ixiolirion (*Amaryl.*) *tataricum* 244, 254–255*

J

Jasione montana 120
Jasminum 265
 – *fruticans* 364–365, 377
Johrenia (*Umbell.*) *candollii* 398
Juglans 265
 – *regia* ssp. *fallax* (= *J. fallax*) 263, 264, 266*
Juncus 256, 318
 – *atratus* 155, 206
 – *bufonius* 213
 – *bulbosus* 6
 – *castaneus* 219
 – *compressus* 194
 – *conglomeratus* 127–128
 – *effusus* 124–129
 – *filiformis* 68, 201
 – *gerardi* 183–184, 193–195, 200–209, 290, 316
 – *lamprocarpus* 204
 – *leersii* 125
 – *maritimus* 197, 200
 – *sphaerocarpus* 213

Juncus squarrosus 6, 128
 – *tenageja* 206
 – *thomsonii* 320
 – *trifidus* 337–339
 – *triglumis* 290
Juniperus 86*, 259, 262, 267, 276*, 310, 403
 – *communis* 69
 – *f. repens* 74
 – *convallium* 319
 – *depressa* 356, 388, 393
 – *excelsa* 279, 364–366, 376–377
 – *foetidissima* 359, 405
 – *nana* 283
 – *oblonga* 375
 – *oxycedrus* 365*–366, 376
 – *polycarpus* 281*, 405
 – *przewalskii* 319
 – *pseudosabina* 319, 347
 – *pygmaea* 388
 – *sabina* 344, 356, 375, 388
 – *semiglobosa* 261, 264, 279, 319, 327
 – *seravschanica* 263–265, 279*, 327
 – *sibirica* 82, 87, 339, 347
 – *squamata* 283, 319–320
 – *subcaulis* 393
 – *tibetica* 319
 – *turkestanica* 262*–264
 – *virginiana* 119
Jurinea 306, 311
 – *arachnoidea* 164, 172–174, 181, 366
 – *cyanoidea* 78, 120, 175
 – *elegans* 398
 – *laxa* 186
 – *linearifolia* 243
 – *mollis* 360
 – *multiflora* 177, 181
 – *stoechaedifolia* 179, 353

K

Kalidium (*Chen.*) 234, 295, 312*
 – *caspicum* 398
 – *cuspidatum* 297
 – *foliatum* 306
 – *foliatum* 225*, 297–298*, 310–316
 – *gracile* 257, 301, 312, 315–316
Karelinia (*Comp.*) *caspica* 308
Kiefer, s. *Pinus sylvestris*
Knautia arvensis 173, 179, 208
 – *tatarica* 113, 131
Kobresia (*Cyper.*) 88, 91, 283, 285*, 318, 338
 – (*Elyna*) *bellardi* 95, 219, 290, 320, 342, 391

Kobresia bipartita 391
 – *capilliformis* 271, 322, 326, 333
 – *filifolia* 219
 – *humilis* 271/273, 393
 – *pamiroalaica* 322, 326
 – *royleana* 319
 – *schoenoides* 261, 347, 393
 – *stenocarpa* 322, 326
 – *tibetica* 320
Kochia (*Chen.*) 168
 – *arenaria* 121, 168, 197
 – *prostrata* 184–185, 189–192, 200, 221, 224, 241, 243, 294–295, 318, 344, 373, 384
 – *sedoides* 176, 183, 195, 213
Koeleria 288*–289, 405
 – *altaica* 99
 – *brevis* 184, 353
 – *caucasica* 393
 – *cristata* 163–164, 166
 – *delavignei* 205, 208
 – *glauc* 78, 120, 128, 177, 185–186, 241
 – *gracilis* 89–90, 95, 172–192, 218–224, 230, 261, 288, 291*–294*, 344, 347, 353, 359–360, 362, 373–374, 390, 397
 – *grandis* 128
 – *luerssenii* 387
 – *seminuda* 220
 – *thonii* 219
Koelpinia (*Comp.*) *linearis* 263
Koelreuteria paniculata 145
Koenigia (*Polyg.*) *islandica* 29

L

Lactuca, s. auch *Mycelis*
 – *chaixii* 138
 – *orientalis* 325
 – *scariola* 175–176
 – *stricta* 138
Lagochilus (*Lab.*) *ilicifolius*
Lagotis (*Scroph.*) *altaica* 290
 – *brachystachys* 315
 – *glauc* 49
 – *stelleri* 47
 – *uralensis* 339
Lamium album 266
 – *amplexicaule* 192, 360
 – *galeobdolon* 58, 60, 106–109*, 112, 124, 131, 138, 144
 – *maculatum* 138, 354
 – *rhomboideum* 283
Lampsana communis 112, 151
Lappula patula 183
Larix 55*, 84, 98–99
 – *czekanowskii* 97

- Larix dahurica* 39*–44, 53,
 55*, 60, 81–84, 100–104*, 119,
 166, 219
 – *heterophylla* 119
 – *laricina* 119, 158–159*
 – *lubarskii* 103
 – *lyallii* 119
 – *sibirica* 39*–44, 53, 55*, 60,
 80–84, 100–102*, 165, 274,
 286–290*, 298, 328–329, 343,
 345
 – *sukaczewii* 66, 69, 328
Laser trilobum 131
Laserpitium hispidum 147
 – *latifolium* 138
Lasiagrostis (Gram.) *splendens*
 221, 224, 225*, 227*, 233, 295,
 302*, 305–306, 312*, 314–315,
 344
Lathraea squamaria 112, 138
Lathyrus aphaca 365
 – *frolovii* 82
 – *gmellini* 339, 346
 – *humilis* 90, 98–99
 – *inermis* 356
 – *litvinovii* 131
 – *montanus* 5*, 6
 – *niger* 138, 354
 – *pallescens* 181
 – *pannonicus* 138, 171, 174, 178–
 183, 353–359
 – *pratensis* 155, 196, 205, 242,
 272*
 – *roseus* 354
 – *sylvester* 152, 196
 – *tuberosus* 176, 191, 239
Laurocerasus (Prunus s.l.) 403
 – *officinalis* 375, 377–379*, 382–
 383, 386
Laurus nobilis 377
Lavatera (Malv.) *thuringiaca* 138,
 179
Ledebouriella (Umbell.) *seseloides* 222
Ledum (Eric.) 35, 45
 – *decumbens* 38, 47, 90
 – *aff. groenlandicum* 159
 – *palustre* 36, 38, 65, 68–69, 75–
 94, 98, 102*, 121, 124, 157,
 216, 329
Leersia (Gram.) *oryzoides* 211,
 377
Lemna polyrrhiza 210
 – *trisulca* 210, 215
Leontice (Berb.) 252
 – *altaica* 180
Leontodon asper 360
 – *autumnalis* 128, 205
 – *biscutellifolius* 365
Leontodon hispidus 360
Leontopodium (Comp.) 102,
 165, 290, 318
 – *campestre* 273*, 283, 288
 – *conglobatum* 103, 220
 – *ochroleucum* 95, 166, 265, 326
 – *palibinianum* 294
 – *sibiricum* 90, 219
Leonurus lanatus 221
 – *marrubiastrum* 155
Lepidium coronopifolium 243
 – *crassifolium* 195–197, 351
 – *draba* 175–176, 191
 – *latifolium* 193, 200, 203–204,
 221, 327
 – *perfoliatum* 189, 230–231,
 236*, 254, 316
 – *pumilum* 197, 351
 – *ruderales* 198
 – *sywaschicum* 197
Leptaleum (Cruc.) *filifolium* 254
Lepturus (Gram.) *pannonicus*
 194, 203
Lespedeza (Leg.) 103, 228
 – *dahurica* 166, 311
 – *hedysaroides* 166
Leucanthemum (Chrysanthemum)
 – *sibiricum* 66, 68, 219
 – *vulgare* 170 (s. auch *Chrysanthemum*)
Leucopoa (Gram.) *karatavica*
 283, 285*
Leuzea (Centaurea) *carthamoides* 347
 – *salina* 203
Libanotis (Umbell.) 344
 – *condensata* 87–88
 – *intermedia* 182, 218
 – *montana* 169, 179, 183
 – *sibirica* 177, 243
Lichenes (Kältewüste) 24–29
 – (Tundra) 35, 37, 41, 44–48
 – (Taiga) 68, 74, 76, 86–87, 90–
 91
 – (Mischwälder) 106, 120–122
 – (Halbwüste, Wüste) 243, 292*–
 293*, 297
 – (Ural) 334, 338
 – (Altai) 345
 – (Kaukasien) 391
Ligularia (Comp.) 259, 318
 – *mongolica* 222
 – *sibirica* 68, 290, 339
Ligusticum, s. auch *Pachypleu-
 rum*
 – *alatum* 388
 – *discolor* 266
Ligustrum 117, 138, 151, 354, 356
- Lilium ledebouri* 387
 – *martagon* (mit ssp. *pilosiusculum*) 81, 97, 99, 126, 131, 137,
 144, 218
 – *monadelphum* 387
 – *szoovitsianum* 387, 388
 – *tenuifolium* 81, 219, 222–223,
 310, 313
Limnanthemum, s. auch *Nym-
 phoides*
 – *nymphaeoides* 210, 211*,
 212
Limnas (Colpodium) *stelleri* 87,
 88
Limodorum (Orchid.) *aborti-
 vum* 365
Limonium (s. auch *Statice*) 244,
 351
 – *aureum* 225*, 306, 311
 – *bicolor* 311
 – *gmellini* 155, 243
 – *latifolium* 187
 – *membranaceum* 187
 – *meyeri* 397
 – *sareptanum* 186
 – *spicatum* 397
Limosella aquatica 214
Linaria biebersteinii 179, 191, 213
 – *genistifolia* 78, 120
 – *macroura* 192
 – *odora* 122, 186*, 242
 – *ruthenica* 176
 – *vulgaris* 122, 243
Linde, s. *Tilia*
Linnaea (Capr.) 290, 386–387
 – *borealis* 57*, 58*, 62, 68, 73*–
 75, 81–82, 98–99, 106–107,
 125, 159, 337, 346
Linosyris (= *Aster*.) 163
 – *glabrata* 243
 – *tatarica* 231
 – *villosa* 177, 182, 230, 243
 – *vulgaris* 164
Linum baicalense 81, 294
 – *catharticum* 170
 – *corymbulosum* 263
 – *flavum* 125, 171, 359
 – *komarovii* 88
 – *perenne* 78, 170, 231, 359
 – *squamulosum* 362
 – *tauricum* 184, 353
 – *tenuifolium* 359
Liparis (Orchid.) *loesellii* 125
Lippia (Verb.) *nodiflora* 399
Listera cordata 58
 – *ovata* 137
Lithospermum purpureo-coeruleum 131, 138, 145–146, 149,
 354

- Littledalea* (Gram.) *racemosa* 318
Lloydia (Lil.) *serotina* 28, 30, 36, 50, 94, 262, 347
Loiseleuria (Eric.) *procumbens* 44, 47, 90, 338
Lomatogonium (Gent.) *carinthiacum* 283
Lonicera 85, 259, 265–266*, 290, 306, 310, 312, 318, 327, 387
– *altaica* 81, 156, 338, 345–346
– *bracteolaris* 263
– *caucasica* 382
– *coerulea* 75, 93*
– *edulis* 82, 103
– *etrusca* 377
– *humilis* 262
– *iberica* 375
– *microphylla* 344
– *semenowii* 283
– *spinosa* 319
– *tatarica* 156, 233
– *turczaninowii* 98
– *xylosteum* 62, 69, 81, 106–108*, 137, 338, 382
Loranthus europaeus 145
Lotus corniculatus (mit *L. tenuifolius*) 173–174, 179, 182, 196–197, 200, 206, 208, 359
– *pedunculatus* 6
Ludwigia (Onagr.) *palustris* 399
Luronium (Alisma) *natans* 5
Luzula 35
– *campestris* 128, 359–360
– *confusa* 24, 26, 29, 37, 338
– *forsteri* 366
– *multiflora* 290
– *nivalis* 24, 28–29, 338
– *pilosa* 58, 62, 68, 74, 106–109*, 120–123, 126
– *sibirica* 47
– *wahlenbergii* 339
Lychnis, s. auch *Viscaria*
Lychnis flos-cuculi 129, 205, 208, 220
– *viscaria* 155, 208
Lycium (Solan.) *aphyllum* 308
– *ruthenicum* 256, 305–306
– *turcomanicum* 256, 306, 308, 312, 316
Lycopodium 159, 290 (*Diphasium*, *Huperzia*)
– *alpinum* 74
– *anceps* 68, 77, 85
– *annotinum* 58*, 62, 68, 74, 81, 112, 125, 386
– *clavatum* 68, 75, 77, 121, 123, 125
– *complanatum* 74, 123, 125
– *inundatum* 6
Lycopodium selago 47, 58, 110*, 125, 337, 339, 389
Lycopsis (Borag.) *orientalis* 176
Lycopus europaeus 206, 209–211, 377
Lyonia (Cassandra), s. *Chamaedaphne*
Lysimachia nummularia 138, 151, 201, 205–206
– *thyrsiflora* 124, 215, 217, s. auch *Naumburgia*
– *vulgaris* 121, 124, 126–127, 155, 197, 206, 215
Lysichiton (Arac.) *camtschaticense* 49
Lythrum borysthenticum 206, 213
– *hyssopifolia* 206
– *salicaria* 124, 197, 206, 208–209, 211, 215, 377
– *thymifolia* 213
– *virgatum* 206
- M
- Macrotomia* (Borag.) *echioides* 393
– *euchroma* 324–326
Majanthemum 159, 290
– *bifolium* 60–68, 74–75, 82, 98–102, 106–112, 120, 123, 126, 137, 143, 345–346
– *dilatatum* 49, 60
Malachium aquaticum 138, 143
Malaxis paludosa 125, 216
Malcolmia (Cruc.) 253
– *turkestanica* 254
Malus (Pyrus s.l.) 112, 259, 265, 267
– *orientalis* 376–377
– *pallasiana* 101, 223
– *sieversii* 263, 264*, 267
– *sylvestris* 126, 130, 137, 144
– *turkmenorum* 279
Marrubium (Lab.) *peregrinum* 192
– *praecox* 179
Marsilea aegyptiaca 212
Matricaria 253
– *ambigua* 27*
– *inodora* 175
– *lamellata* 236*
Matteuccia, s. *Struthiopteris*
Matthiola odoratissima (taurica) 361
Meconopsis (Papav.) *integrifolia* 318–319
- Medicago daghestanica* 375
– *falcata* 157, 172–179, 184–188, 192, 196, 200, 208, 213, 218, 243, 359, 360, 362
– *lupulina* 128–129, 196, 208
– *minima* 355
– *romanica* 243
– *sativa* 208
Megacarpaea (Cruc.) *laciniata* 244
Melampyrum argyrocomum 179
– *cristatum* 151, 242
– *nemorosum* 138, 148
– *pratense* 58, 74, 77, 120–121, 126
– *sylvaticum* 58*, 62, 68
Melandrium apetalum 25, 283, 325
– *apricum* 103
– *noctiflorum* 137
– *socavianum* 47
– *triflorum* 30
– *triste* 290
– *viscosum* 173–174
Melica altissima 151, 266
– *ciliata* 362, 365
– *nutans* 62, 68, 106, 124, 126, 387
– *picta* 131, 137–138, 146–151
– *uniflora* 138
Melilotus albus 91, 242
– *officinalis* 167, 176, 189, 191, 360
– *polonicus* 242
Melittis melissophyllum 138
Meniocus (Alyssum) 253
– *linifolius* 183
Mentha aquatica 211
– *arvensis* 151
– *austriaca* 197, 204–206
Menyanthes trifoliata 41, 68, 100–101, 125, 215, 217
Mercurialis ovata 149
– *perennis* 106, 107, 109*, 356
Merendera (Lil.) *robusta* 255
Mespilus germanica 265, 356, 366, 375, 377, 381
Microula (Borag.) *sikkimensis* 315
– *tibetica* 318
Microstylis (Malaxis, Orchid.)
– *monophyllos* 345
Milium effusum 62, 68, 75, 109*, 112, 131, 137, 144, 151, 339, 345–346, 356, 388
Minuartia aizoides 393
– *arctica* 338
– *biflora* 262, 338

Minuartia macrocarpa 29–30
 – *oreina* 393
 – *orthotrichoides* 28
 – *peploides* (Honckenya) 27*
 – *rubella* 30
 – *setacea* 173
 – *stricta* 88
 – *verna* 338
Mitella (Saxifr.) *nuda* 102
Moehringia lateriflora 99
 – *trinervia* 131, 137, 144, 356
Molinia coerulea 44, 78, 121, 125,
 127–128, 194, 201
 – *litoralis* 377
Moneses (*Pyrola*) *uniflora* 58, 60,
 125, 355/6, 387
Monotropa hypopitys 58, 137,
 356
Mulgedium alpinum 58*
 – *hispidulum* 131
 – *sibiricum* 68
 – *tataricum* 184, 199–200, 316
Muscari comosum 353, 365
 – *neglectum* 149
 – *racemosum* 151, 176, 353, 359,
 388
 – *tenuiflorum* 180
Mycelis muralis 58, 131, 138
 (s. auch *Lactuca*, *Cicerbita*)
Myosotis alpestris 30, 91, 393
 – *asiatica* 36, 50*, 121
 – *caespitosa* 206
 – *intermedia* 174–175
 – *krylovii* 346
 – *lithospermifolia* (*sylvatica* s.l.)
 177–178, 181, 183
 – *micrantha* 188–189
 – *palustris* 68, 211
 – *sparsiflora* 137
 – *suaveolens* 181, 261–262, 265,
 273*, 360
 – *sylvatica* 15, 290, 359–360, 362
Myosurus minimus 213
Myrica, s. *Gale* 5
Myricaria 283, 286, 327
 – *alopecuroides* 308, 316
 – *elegans* 320
 – *prostrata* 318, 320
Myriophyllum spicatum 210,
 211
 – *verticillatum* 211

N

Najas major 211
 – *minor* 210
Nannoglottis (*Nanoglottis*,
 Comp.) *carpesioides* 318

Nanophytum (*Nanophyton*,
 Chen.) 287
 – *erinaceum* 232, 241, 244, 287,
 298, 302, 303*
Nardosmia (*Petasites*) *frigida* 27–
 28, 37, 47, 114*
 – *gmellini* 338
 – *saxatilis* 91
Nardus glabriculumis (= *stricta*
 s.l.) 388, 391, 393, 405, 407
 – *stricta* 120–121, 128–129
Narthecium ossifragum 1, 5
Nasturtium brachycarpum 212–
 213
 – *silvestre* 205–206
Naumburgia (s. auch *Lysima-*
chia) *thrysiflora* 68
Nelumbo (*Nymph.*) 212
 – *caspica* 399
 – *nucifera* 399
Neottia nidus-avis 58, 112, 137,
 144, 356
Neottianthe (*Orchid.*) *cucullata*
 58
Nepeta (*Lab.*) *glutinosa* 283
 – *kokanica* 325
 – *nuda* 242
 – *pamirensis* 283
 – *podostachys* 283
 – *pulchella* 261
 – *spathulifera* 283
 – *ucrainica* 182, 242–243
Nigella arvensis 175
Nitraria (*Zygoph.*)
 – *schoberi* 306, 308, 310, 312, 316
 – *sibirica* 225*, 295, 301, 306,
 311–312
 – *sphaerocarpa* 297, 301, 306,
 311
 – *tangutorum* 305, 315–316
Noaea (*Chenop.*) *spinosissima*
 224
Nonnea (*Nonea*, Borag.)
 – *pulla* 172
Novosieversia (*Ros.*) *glacialis* 44
Nuphar luteum 208, 210–212,
 215
Nymphaea alba 208–212
Nymphoides, s. *Limnanthe-*
mum (*Gent.*) 210
 – *peltata* 315, 373*

O

Obione (*Chen.*)
 – *fera* 225*
 – *pedunculata* 195–198, 200
 – *verrucifera* 192, 195–200, 351

Odontites (*Euphrasia*, *Orthan-*
tha) *lutea* 174, 179, 182
 – *rubra* 179, 197
 – *serotina* 175, 184, 186, 203
Oenanthe aquatica 204, 206
Ofaiston (*Chen.*) *monandrum*
 192, 197, 199
Olea cuspidata 281*
 – *ferruginea* 279
Omphalodes (Borag.) *scorpioi-*
des 138, 144
Onobrychis 283
 – *arenaria* 177
 – *cornuta* 399
 – *echidna* 262, 264, 327
 – *sibirica* 218
 – *viciaefolia* 172, 353, 359, 362
Ononis columnae 365
 – *repens* 6
Onopordon (*Onopordum*)
 – *heteracanthum* 398
Onosma (Borag.) 163
 – *echioides* 174, 243
 – *simplicissimum* 218, 243
 – *stellulatum* 353
 – *tinctorium* 173, 179
Ophrys 6, 377
Oplismenus (*Gram.*) *undulati-*
folius 377–378
Orchis 267, 314, 377
 – *latifolia* 99
 – *laxiflora* 204, 206
 – *maculata* 68, 109*
 – *morio* 359
 – *tridentata* 359
Origanum vulgare 126, 157,
 359
Ornithogalum 163
 – *brachystachys* 213
 – *fimbriatum* 353
 – *refractum* 180
 – *tenuifolium* 178, 188, 196
 – *umbellatum* 149
Orobanche 252, 312
Orobis albus 152
 – *niger* 151
 – *venetus* 138
 – *vernus* 68, 75, 82, 106–107*,
 109, 112, 137, 143–148, 151
Orostachys (*Crass.*) 223
 – *malacophylla* 103
 – *spinosus* 99, 103, 292*–293*,
 344
Orphantha (s. auch *Odontites*)
 – *lutea* 182
Osmorhiza (*Umbell.*) *amurensis*
 79, 132, 346
Osmunda (*Filic.*) *regalis* 6, 377
Ostrya carpinifolia 377

Ostryopsis (Betul.) 228

– *davidiana* 313

Otostegia (Lab.) *olgae* 232*

Oxalis acetosella 58–63, 68,
74–77, 106–112, 127, 137,
143–144, 346, 378, 385–388

Oxycoccus (Vaccinium) 240

– *microcarpus* 48, 102, 121, 124–
125, 216–217

– *palustris* 124–125, 216–217

– *quadripetalus* 65, 68, 75

Oxygraphis (Ranunc.) *glacialis*
290

Oxyria (Polygon.) *digyna* 24, 26,
28–30, 47, 262, 283, 338, 393

Oxytropis (Leg.) 310, 318–319

– *aciphylla* 221, 297, 311–312,
316–319, 344

– *altaica* 347

– *chiliophylla* 323*, 325

– *glabra* 308, 314

– *immersa* 261–262, 265, 283,
322, 325–326

– *lanata* 219

– *microphylla* 223

– *middendorffii* 44

– *nigrescens* 29, 44

– *oxyphylla* 224–225, 293*

– *pilosa* 15, 169, 173–174, 218

– *poncinsii* 322–326

– *psammocharis* 315

– *pumila* 344

– *saposhnikovii* 221

– *strobilacea* 91

– *tjanschanica* 322, 326

– *tragacanthoides* 344

P

Pachyphragma (Cruc.) *macro-*
phyllum 382

Pachypleurum (Ligusticum)

– *alpinum* 261, 262, 265, 339

Padus racemosa (= *Prunus pa-*
dus) 63, 69, 75, 79, 85, 93*, 106,
137, 144, 150, 223, 265, 345–
346, 387

Paeconia albiflora 223, 295

– *anomala* 66, 68, 345–346

– *lactiflora* 166

– *obovata* 223

– *tenuifolia* 149, 176, 178–183,
186, 359, 362, 365, 373

– *triternata* 354, 381

Palimbria (Umbell.) *salsa* 243

Paliurus (Rhamn.) *spina-Christi*
270, 364–365, 375, 398*–399,
403, 405

Pancratium (Amaryll.) *mariti-*
mum 377

Panicum crus-galli 176

Panzeria (Panceria = *Lycium*
s.l.) 167*

– *lanata* 314

Papaver croceum 273*

– *dahlianum* 24

– *dubium* 176

– *involucratum* 283

– *polare* 27, 29

– *radicatum* 26, 36–37

Pappophorum (Gram.) *boreale*
287, 315

Paraquilegia (Ranunc.) 318

– *grandiflora* 283

Paris quadrifolia 63, 66, 68, 75,
106, 109*, 131, 137

Parnassia kotzebuei 47

– *palustris* 68, 88

Paronychia (Caryoph.) *cepha-*
lotes 353, 362

Parrotia (Hamamel.) *persica*
380*, 381

Parrya (Parria, Cruc.) *excapa*
325

– *nudicaulis* 86, 243, 283, 338

Pastinaca graveolens 243

Patrinia (Valer.) *rupestris* 99, 103

– *sibirica* 87, 94, 99

Pedicularis 283, 310, 318

– *amoena* 44, 47, 86, 262

– *armena* 393

– *chamissonis* 49

– *cheilanthifolia* 326

– *comosa* 173–174, 179, 182, 359

– *compacta* 339

– *crassirostris* 393, 394*

– *dolichorrhiza* 272*

– *hirsuta* 25

– *kaufmannii* 163, 173

– *labradorica* 86

– *lacta* 207, 243

– *lanata* 47, 91

– *lapponica* 86

– *longiflora* 290

– *oederi* 47, 290, 338

– *palustris* 215, 240

– *rupicata* 319

– *sceptrum-carolinum* 32, 204,
240

– *sibthorpii* 362

– *striata* 103, 223

– *sudetica* 37

– *sylvatica* 5

– *uncinata* 347

– *verticillata* 47

Pegaeophyton (Cruc.) *scapiflo-*
rum 318

Peganum (Zygoph.) *harmala*
192, 306, 365

– *nigellastrum* 295, 312, 314

Peplis (Lythr.) *alternifolia* 206

Pennisetum (Gram.) *flaccidum*
311

Periploca (Asclep.) *graeca* 312,
376–377, 380

Petasites, s. auch *Nardosmia*

– *albus* 387

Petrosimonia (Chen.) 244

– *brachiata* 397

– *crassifolia* 192, 197–199

– *triandra* 197, 199

– *volvox* 192, 196, 351

Peucedanum alsaticum 183, 243

– *arenarium* 78

– *baicalense* 99

– *cervaria* 149

– *latifolium* 155

– *morissonii* 218

– *oreoselinum* 78, 120, 123, 125,
148, 171

– *palustre* 124, 127

– *ruthenicum* 164, 177, 182,
242–243

Phaeonychium (Cruc.) *surculo-*
sum 283

Phaeopappus (Comp.) *amblylepis*
398

– *steveni* 398

Phalaris arundinacea 201, 208,
210–211, 339

Phegopteris dryopteris 112

Phellodendron (Rutac.) *amuren-*
se 103

Philadelphus (Saxifr.) *caucasicus*
377–378

– *kansuensis* 318

Phippsia (Gram.) 35

– *algida* 24, 27, 30, 38

– *concinna* 27

Phleum alpinum 38, 169, 347,
388, 392*, 405

– *paniculatum* 236*, 397

– *phleoides* 81, 125, 138, 151,
163, 169, 173–179, 201, 218,

239–243, 272*, 344, 359, 362

– *pratense* 128, 345, 390

Phlojodicarpus (Umbell.) 96

– *sibiricus* 219

Phlomis (Lab.) *alpina* 347

– *mongolica* 222

– *oreophila* 260*, 273*

– *pungens* 15, 173–175, 179–182,
188*, 192, 231, 351*, 353, 359,

362

– *rotata* 319

– *scythica* 213

- Phlomis thapsoides* 255*
 – *tuberosa* 81, 95, 138, 149, 157, 163, 177, 180*–181, 188, 192, 213, 220, 243, 345, 359, 362
Phlox (Polem.) *sibirica* 88
Pholiurus (Gram.) *pannonicus* 197
Phragmites communis 68, 90, 124, 129, 153–155*, 184, 194–200, 207–211, 215, 256, 305–306, 308, 314–316, 373*, 377
Phyllitis scolopendrium 138, 377
Phyllodoce (Eric.) 35, 40, 47
 – *alēutica* 43, 50
 – *coerulea* 38, 44, 50
Physospermum (Umbell.) *cornubiense* 147
Phyteuma canescens 179
 – *orbiculare* 6
 – *spicatum* 6
Picea spp. (Verbreitung) 52*
 – *abies* (= *excelsa*) 6, 52*–56*, 61–63, 105–108*, 111–112
 – *asperata* (aff. *schrenkiana*) 310, 313, 318
 – *engelmannii* 159*
 – *fennica* (aff. *abies*) 53
 – *glauca* (= *alba* = *canadensis*) 117, 158*
 – *jezoensis* 43, 46, 102–103
 – *mariana* 39*, 117
 – *medioxima* (aff. *abies* et *obovata*) 53
 – *neoveitchii* 228
 – *obovata* 32*, 39*–40, 43, 52*–55, 60, 69, 72*–75, 79–82, 87, 90, 100, 106*, 274, 286, 289, 328–329, 343
 – *orientalis* 375–376*, 379, 385, 388, 403
 – *pungens* 117
 – *purpurea* 318
 – *schrenkiana* 259, 269*, 270*–271, 274, 298, 306, 310
 – *smithiana* 279
 – *uralensis* (aff. *obovata*) 53
Picris hieracioides 197, 201
Pilularia globulifera 5
Pimpinella lithophila 360
 – *saxifraga* 172, 179, 182, 362
 – *tragum* 359
Pinguicula alpina 88
Pinus aristata 119
 – *australis* 119
 – *banksiana* 159*
 – *brutia* 365
 – *bungeana* 166, 228
 – *cembra* 119
 – ssp. *sibirica*, s. *sibirica*
Pinus edulis 263
 – *eldarica* 376
 – *flexilis* 119, 159
 – *gerardiana* 279
 – *halepensis* 365
 – *hamata* (aff. *sylvestris*) 122, 355*, 387–388
 – *longifolia* 281
 – *monophylla* 263
 – *pallasiana* (aff. *nigra*) 354, 356, 366, 377
 – *pinea* 377
 – *pithyusa* (aff. *brutia*) 365, 376–377
 – *pumila* 38, 42–49*, 54*, 79, 84, 90–91, 94*–97, 102, 219
 – *pungens* 119
 – *resinosa* 119
 – *rigida* 119
 – *sibirica* 43, 53–54*, 60, 72–82, 93–97, 100, 106*, 119, 165, 286, 329, 334–335, 343, 345
 – – var. *humistrata* 79
 – *stankewiczii* (aff. *brutia*) 364–365
 – *strobiformis* 119
 – *strobis* 119
 – *sylvestris* 6, 32*, 40, 53*, 55, 61, 69, 72, 75–81, 89–94*, 97–105, 111–115*, 120–127, 154*, 241, 286, 289, 328–329, 343, 345, 355, 375–376, 386*–387, 403
 – – var. *mongolica* 219, 223*, 224*
 – *tabulaeformis* 166, 228, 313, 318
 – *taeda* 119
 – *virginiana* 119
Pistacia (Anacard.) *mutica* 364, 366, 403, 405
 – *vera* 259, 263, 268*–269*, 276*, 278*
Plantago arachnoidea 321
 – *arenaria* 185, 199
 – *asiatica* (= *cornuti*) 193, 195–197, 203, 215
 – *canescens* 90
 – *lanceolata* 128, 196, 205–209, 359
 – *major* 173
 – *maritima* 194–197, 203–204
 – *maxima* 201, 203, 218
 – *media* 152, 172*, 174, 179, 359
 – *salsa* 193, 197, 200, 208
 – *saxatilis* 391, 393
 – *stepposa* (aff. *media*) 181, 218, 242
 – *tenuiflora* 197
Platanthera bifolia 58, 125
 – *chlorantha* 137
 – *montana* 356
Platanus 265
Platycodon (Camp.) *grandiflorum* 222
Pleurogyne (Gent.) 318
Pleuropogon (Gram.) *sabinii* 35
Pleurospermum (Umbell.) *uralense* 73*, 75, 79, 336, 346
Poa alberti 262
 – *alpigena* 26, 28, 30, 36, 88
 – *alpina* (*vivipara*) 30, 68, 169, 339, 347, 391
 – *altaica* 290
 – *angustifolia* 124–125, 164, 170–184, 190, 208, 218, 360
 – *arctica* 26–27, 36, 91
 – *attenuata* 261
 – *botryoides* (*attenuata*) 90, 95, 99, 166, 219–220, 288, 291*, 293*, 294*, 347
 – *bulbosa* (*vivipara*) 152, 163, 173, 177–199, 208, 221, 230, 235–236, 242, 252–255*, 263, 278, 318, 359–360, 362, 365, 373, 395
 – *glauca* 338
 – *komarovii* (*vivipara*) 46*, 47
 – *litwinowiana* 265, 322, 325
 – *masenderana* 380
 – *nemoralis* 68, 131, 137, 149, 263, 266, 271, 356, 381
 – *nivicola* 47
 – *palustris* 68, 155, 201, 204, 206, 208
 – *pratensis* 46*, 73*, 81, 129, 152–153, 156, 168, 174, 183, 196, 201, 204, 208–209, 242, 359–360
 – *relaxa* 322, 325
 – *remota* 345
 – *sibirica* 290, 339
 – *sphondylodes* 103
 – *stepposa* 218
 – *sterilis* 217
 – *stricta* 98
 – *tibetica* 326
 – *trivialis* 129, 208
Poacynum (Apocyn.) *hendersonii* 316
 – *pictum* 305, 308
Podalyria (Leg.) 297
Polemonium boreale 30, 50*
 – *coeruleum* 30, 68, 97, 261, 290, 345–346
 – *nudipedum* 337
 – *pseudopulchellum* 97

- Polycnemon* (*Polycnemum*, Chen.) *arvense* 175–176, 189, 213
 – *majus* 175–176
Polygala *comosa* 174, 177, 243, 359
 – *cretacea* 117
 – *hybrida* 99
 – *major* 180, 359, 366
 – *sibirica* 99, 103, 180, 217
Polygonatum 107, 266
 – *humile* 223
 – *latifolium* 138, 144, 146, 354
 – *multiflorum* 109*, 138, 144, 151
 – *officinale* 122, 137, 143, 356
 – *verticillatum* 131, 388
Polygonum *alpinum* 290, 339
 – *amphibium* 155, 204, 211
 – *angustifolium* 292*
 – *arenarium* 185–186, 200
 – *aviculare* 175–176, 190–191, 360
 – *bellardi* 230
 – *biaristatum* 265
 – *bistorta* 68, 73*, 339, 362, 392*
 – *carneum* 358
 – *convolvulus* 122, 175–176, 191
 – *divaricatum* 95, 99, 103, 166, 223, 294–295
 – *dumetorum* 152
 – *ellipticum* 47
 – *hissaricum* 261
 – *hydropiper* 211
 – *lapathifolium* 210
 – *laxmannii* 99
 – *molliaeforme* 326
 – *nitens* 261, 273*
 – *novoascanicum* 189, 213
 – *pamiricum* 323*
 – *paronychioides* 326
 – *pseudoarenarium* 203
 – *scythicum* 197, 199
 – *sphaerostachyum* 319
 – *viviparum* 26, 36, 49, 82, 88, 102, 219, 290, 313, 322, 326
Polypodium *serratum* 378
 – *vulgare* 6, 337, 377
Polypogon (Gram.) *monspeliensis* 305
Polystichum *braunii* 80, 345
 – *lobatum* 131, 138
Pomatosace (Prim.) *filicula* 318
Populus *alba* 154, 241, 319, 407
 – *ariana* 256
 – *cathayana* 319
 – *cinerea* 153*
 – *davidiana* (aff. *tremula*) 102, 223, 228, 313, 318
Populus *diversifolia* 256, 304*–307*, 311–312, 316
 – *hybrida* 241
 – *hyrcana* 380
 – *laurifolia* 271, 286
 – *litwinowiana* 256
 – *macrocarpa* 256
 – *nigra* 196, 205, 209
 – *pruinosa* 256, 307*
 – *suaveolens* 40, 46*–47, 90–91, 97, 100
 – *transcaucasica* 407
 – *tremula* 58/59–63, 69, 75, 79–80, 107–108*, 111–112, 121, 130, 137, 151–156, 164, 185, 240, 270–271, 345, 375, 384, 387
 – *tremuloides* 155, 157, 158*–159, 271
Potamogeton 209
 – *aquatilis* 52*
 – *crispus* 211
 – *fluitans* 211, 213
 – *gramineus* 155, 211–212
 – *lucens* 211
 – *natans* 211, 361
 – *pectinatus* 200, 210, 315
 – *perfoliatus* 210–211, 308
Potaninia (Rosac.) 166
 – *mongolica* 297, 301, 311–312
Potentilla *acaulis* 166, 219, 221, 292*–294, 344, 347
 – *alba* 123, 148, 170, 174
 – *anserina* 129, 194, 204, 206, 305, 312, 314
 – *arenaria* 120, 173–175, 180, 184
 – *argaea* 393
 – *argentea* 121, 196, 208, 213, 359
 – *astragalifolia* 221
 – *bifurca* 221, 293*, 294, 316, 344
 – *canescens* 243, 359
 – *crantzii* 339, 393
 – *depressa* 360
 – *elegans* 29
 – *emarginata* 27, 28, 30, 36, 44
 – *erecta* 120–128, 204
 – *flabellata* 265
 – *fruticosa*, s. *Dasiphora*
 – *gelida* 393
 – *heptaphylla* 6
 – *hololeuca* 261, 265
 – *humifusa* 181, 218
 – *hyparctica* 25
 – *moorcroftii* 325
 – *multifida* 283, 344
 – *nervosa* 273*
 – *nivea* 44, 220, 347
Potentilla *norvegica* 290
 – *opaciformis* 172*, 177, 243
 – *pamirica* 321, 326
 – *pamiroalaica* 265, 321–322, 325–326
 – *phyllocalyx* 283
 – *pulchella* 24
 – *recta* 138, 243, 359
 – *reptans* 197
 – *rubens* 122, 170, 174
 – *rupestris* 362
 – *schurii* 181
 – *sericea* 288, 292*
 – *sterilis* 5
 – *stipularis* 88
 – *strigosa* 225
 – *supina* 290
 – *tanacetifolia* 95, 117, 219, 223, 294
 – *taurica* 217
 – *tephroleuca* 261–262
 – *umbrosa* 354, 361
 – *uniflora* 47
 – *verna* 361
Prangos (Umbell.) 259, 261
 – *pabularia* 264*
Primula 318–319
 – *acaulis* 356
 – *algida* 290, 391, 393
 – *capitellata* 283
 – *cuneifolia* 49
 – *elatior* 5
 – *farinosa* 389
 – *heterochroma* 380
 – *macrophylla* 283
 – *navalis* 322, 326
 – *officinalis* 148, 361 (s. auch *veris*)
 – *pallasii* 346
 – *ruprechtii* 375, 389, 391
 – *sibthorpii* 381
 – *veris* 138 (s. auch *officinalis*)
 – *warshenewskiana* 283
Prosopis (Leg.) *stephaniana* 397–398
Prunella (*Brunella*) *alba* 359
 – *grandiflora* 125, 172
 – *vulgaris* 124–129, 137, 201, 204–206, 346, 362
Prunus (s. *Amygdalus*, *Armeniaca*, *Cerasus*, *Laurocerasus*, *Padus*) 168, 259, 265, 267, 318
 – *ansu* 319
 – *avium* 105, 138, 144, 149, 356
 – *caspica* 380
 – *divaricata* 264*, 266*–267, 381
 – (*Cerasus*) *fruticosa* 125, 130, 138, 149, 151–152, 157, 274
 – (*Cerasus*) *mahaleb* 151

Prunus padus, s. *Padus racemosa*
 – *sibirica* 222, 224*
 – *spinosa* 6, 125, 130, 144, 149–154, 173–183, 365
Przewalskia (Solan.) *tangutica* 318
Psammochloa (Gram.) 306, 308
 – *villosa* 297, 310, 312, 315–316
Psathyrostachys (Hordeum) *junccea* 164, 243, 316, 318
Psophellus (Comp.) *barbei* 398
 – *lecoophyllus* 374
Pseudotsuga menziesii (= *taxifolia*) 159
Pseudovesicaria (Cruc.) *digitata* 393
Psilostachys (Amaranth.) *spicata* 236*
Psoralea (Leg.) *bituminosa* 365, 377
 – *drupacea* 255
Psychogeton (Comp.) 283
 – *andryaloides* 321
Psylliostachys (Plumb.) *spicata* 254
Pteridium aquilinum 66, 68, 78, 120–127, 150, 157, 218, 345
Pteris cretica 378
Pterocarya (Jugland.) *pterocarpa* (*fraxinifolia*) 377–378, 381
Pterotheca (Comp.) *bifida* 192
 – *orientalis* 360
Ptilagrostis (Gram.) *concinna* 318, 320
 – *mongolica* 88
 – *purpurea* 318, 320
 – *subsessiliflora* 325
Ptilotrichum (Cruc.) *canescens* 294, 344
 – *elongatum* 95
Puccinellia (s. auch *Atropis*) *bulbosa* 397
 – *convoluta* 194–196, 204
 – *distans* 203, 312
 – *gigantea* 397
 – *palustris* 193–194, 196–199, 203, 397
 – *phryganodes* 26–27
 – *salsa* 193
 – *tenuiflora* 90, 222*
Pugionium (Cruc.) *cornutum* 297, 308, 310, 312, 315
 – *dolabratum* 312
Pulmonaria angustifolia 122, 174
 – *mollissima* 79, 137, 145, 148–149
 – *obscura* 60, 62, 66, 68, 107, 109*, 131, 147
 – *officinalis* 112, 124, 138, 143–144

Pulsatilla (s. auch *Anemone*) 102, 344
 – *albana* 374
 – *ambigua* 103, 220, 293*, 294*
 – *campanella* 221
 – *flavescens* 218
 – *grandis* 180
 – *multifida* 87–88, 90
 – *nigricans* 181, 184–185
 – *patens* 6, 66, 68, 77, 85, 99, 120, 122, 181
 – *pratensis* 122
 – *turczaninowii* 219–220, 294
Punica (Myrt.) *granatum* 270, 380, 405
Purshia (Ros.) 159
Pycnostelma (Asclep.) *lateriflorum* 314–315
Pyracantha (Ros.) 365, 377
Pyrethrum (Tanacetum, Chrysanthemum) 168
 – *achilleifolium* (= *millefoliatum* var. *achilleifolium*) 183–184, 186, 188–189, 221, 230–231
 – *kubense* 393
 – *millefoliatum*, s. *achilleifolium*
 – *ordubadense* 393
Pyrola = *Pirola* (s. auch *Chimaphila*, *Moneses*, *Ramischia*) 73*, 159, 271, 387
 – *chlorantha* 77, 125, 356
 – *incarnata* 90, 98–99
 – *media* 58, 62, 77, 125
 – *minor* 58, 77, 125
 – *obtusata* 60
 – *rotundifolia* 58, 81, 91, 125
Pyrus (Pirus) 265, 267, s. auch *Malus*, *Sorbus*
 – *balansae* 377
 – *caucasica* 375
 – *communis* 121, 126, 130, 137, 144, 151, 174, 354
 – *elaeagrifolia* 354
 – *korshinskyi* 279
 – *malus* 354 (s. auch bei *Malus*)
 – *salicifolia* 376, 403, 405

Q

Quercus araxina 405
 – *baloot* (= *Qu. ilex* s.l.) 279
 – *castaneifolia* 380*–381*, 404
 – *coccifera* 399
 – *grosseserrata* 103
 – *hartwissiana* 377–378
 – *iberica* (aff. *petraea*) 377, 381*, 401, 403–405

Quercus imeretina 377
 – *liatotungensis* 166
 – *longipes* 381, 403
 – *macranthera* 376, 381, 387–388, 404–405, 407
 – *mongolica* 103, 166
 – *pedunculiflora* 164
 – *petraea* (= *sessiliflora*) 5, 6, 105, 112, 138, 144–145, 148–149, 353–354, 375–376*, 381*
 – *pontica* 388
 – *pubescens* (= *lanuginosa*) 149–150, 164, 353–354, 364, 365*, 366, 375–377
 – *robur* (= *pedunculata*) 6, 53, 58, 78, 105–106*, 111–115*, 120–127, 130, 132*, 137, 143–155, 164, 185, 203, 209, 375

R

Ramischia (*Pyrola*) *secunda* 58, 60, 68, 74–77, 99, 102, 112, 121–126, 356
Ranunculus acer 63, 123, 127–129, 201, 204–207, 392*
 – *anemonifolius* 356
 – *aquatilis* 212
 – *borealis* 36, 68, 99, 339
 – *bulbosus* 3*, 6
 – *cassubicus* 107, 109*, 138
 – *causicus* 358, 390, 393
 – *dissectus* 362
 – *divaricatus* 210, 212
 – *ficaria* 131, 137, 144 (s. auch *Ficaria*)
 – *flammula* 128, 129, 204
 – *glacialis* 332 (s. auch *Oxygraphis*)
 – *grandiflorus* 347
 – *hyperboreus* 26
 – *illyricus* 151, 214, 359
 – *lanuginosus* 112
 – *lapponicus* 47
 – *nivalis* 26, 36, 38
 – *oreophilus* 358, 390, 393
 – *pedatus* 207, 212, 243
 – *pinnatisectus* 255*
 – *polyanthemus* 138, 152, 173–174, 178, 183, 207, 272*
 – *pulchellus* 290
 – *pygmaeus* 26, 30, 337
 – *repens* 68, 109*, 129, 144, 205–206, 209
 – *rubrocalyx* 262
 – *rufosepals* 283
 – *sabini* 28
 – *sardous* 138

- Ranunculus sceleratus* 212
 – schaftoanus 283
 – severzowii 254
 – sulphureus 24–26, 28, 30, 339
 – trichophyllus 361
 – tricuspis 320
 – trisectilis 393
Raphidophyton (Chen.) regeli 232*
Reaumuria (Tamar.) 234
 – soongorica 166, 295, 297, 301–316
 – trigyna 311, 314, 318, 320
Reseda lutea 353
 – luteola 6
Rhamnus 265, 306, 310
 – cathartica 124, 130, 137, 144, 149–155
 – dahurica 101
 – erythroxylon 312
 – frangula, s. *Frangula alnus*
 – imeretina 378
 – pallasii 374, 398, 403, 405
Rhamphicarpa (Scroph.) medwedewi 399
Rhaponticum (*Rhapontica*, nahe *Centaurea*) salinum 197
 – uniflorum 103, 313
Rheum (*Polygon.*) 252, 318–319
 – compactum 90
 – leucorhizum 244
 – nanum 295, 306, 311
 – spiciforme 315, 318
 – tataricum 244
 – tibeticum 283
Rhinanthus, s. auch *Alectorolophus*
 – major 359
 – minor 129
Rhodiola (Crass.) 318
 – heterodonta 261
 – integrifolia 30
 – rosea 338–339
Rhododendron 90, 318
 – adamsii 219
 – agglutinatum 318
 – anthropogonoides 318
 – aureum 43, 47, 80, 94–95, 219
 – caucasicum 378, 382, 385*, 387–389*, 405, 410
 – chrysanthum 47, 50, 81–82, 290
 – collettianum 283
 – dahuricum (dauricum) 81, 93*–98, 102*, 345
 – flavum (luteum) 122, 124, 377–378, 382–383, 386
 – fastigiatum 319
 – fragrans 94
Rhododendron kamtschaticum 43, 47, 49*
 – parviflorum 33*, 47, 84*–85, 219, 284
 – ponticum 375, 377–378, 383*, 385, 403
 – smirnovii 378
 – ungermii 378
Rhus coriaria 270, 364
Rhynchospora 240
 – alba 217
 – caucasica 399
 – fusca 6
Ribes 38, 85, 265, 283, 290, 318, 384
 – acicularis 274
 – alpinum 6, 388
 – biebersteinii 387–388
 – diacantha 223
 – grossularia, s. *Grossularia*
 – hispidulum 69, 75, 79, 338
 – nigrum 63, 69, 79, 156, 241
 – pallidiflorum 103
 – pauciflorum 82
 – rubrum 93*, 156
Richteria (*Chrysanthemum*) pyrethroides 262, 325
Rindera (Borag.) tetraspis 186
Rochelia (Borag.) peduncularis 263
Roegneria (*Agropyrum*)
 – angustiglumis 99
 – borealis 87, 90
 – czimganica 325–326
 – macroura 90
 – schugnanica 325
 – turczaninowii 90
Roemeria (Papav.) hybrida 365
Roripa scythica 213
Rosa 259, 262–266*, 278, 283, 290, 306, 310, 312, 318, 345–346, 374, 387
 – acicularis 61, 69, 74–75, 81–87, 93*, 97
 – canina 138, 149, 152
 – cinnamomea 69, 155
 – davurica 223
 – dumetorum 138, 174
 – gallica 149, 152, 183
 – omeiensis 310
 – persica 243
 – sericea 319
 – sosnovskyana 407
Rotala (*Lythr.*) indica 399
Rubia tibetica 283
Rubus arcticus 65, 68
 – caesius 121, 137, 150, 152, 155, 209
 – caucasicus 384
Rubus chamaemorus 32*, 36–37, 41, 48, 58, 63, 65, 68, 75, 217
 – hirtus 377
 – humulifolius 68
 – idaeus 62, 69, 75, 79–80, 107–108*, 121, 127, 137, 338
 – sanguineus 377
 – saxatilis 58, 62, 68, 74–75, 99, 106–108*, 112, 120–126, 157, 218, 361
 – suberectus 127
Rumex acetosa 68, 174, 196, 208
 – acetosella 170, 206, 359 (trifidus)
 – arcticus 38
 – arifolius 347
 – confertus 208
 – crispus 200
 – haplorrhizus 201, 204–206
 – hydrolapathum 210–211
 – nepalensis 315
 – obtusifolius 152
 – stenophyllus 204
 – thyrsiflorus 205
 – ucrainicus 206
Ruppia (Potamog.) maritima 200
 – rostellata 203
Ruscus (*Liliac.*) hypophyllum 377
 – hyrcanus 380
 – ponticus (aff. *aculeatus*) 364, 366, 376

S

- Saccharum* (Gram.) spontaneum 256
Sageretia (Rhamn.) laetevirens 270
Sagina intermedia 24
 – saginoides 347
Sagittaria sagittifolia 209–211, 213
Salicornia herbacea (= *europaea*) 89, 184, 192–203, 234, 244, 251, 312, 316, 351*, 352*
Salix acutifolia 122, 186, 205, 210
 – alba 196, 205, 209, 211
 – amygdalina 211
 – arbuscula 69, 338, 347
 – arctica 36
 – aurita 63, 121, 152
 – australior 256, 403
 – baicalensis 38
 – berberidifolia 47, 90–91
 – biondiana 319
 – blakii 256

- Salix brachypoda* 101
 – *caprea* 63, 69, 108*, 114*, 137, 152, 156, 206, 338, 375, 387–388
 – *caspica* 241
 – *cheilophila* 315
 – *cinerea* 121, 152, 155*–156, 196, 209–210, 217
 – *cuneata* 47, 94
 – *divaricata* 97
 – *eupiculata* 256
 – *flavida* 224*, 297
 – *fragilis* 210
 – *glandulifera* 337, 338
 – *glauca* 27, 30, 37*–38*, 43–44, 48, 50*, 290, 337–338
 – *gmellini* 46*, 205
 – *hastata* 38, 69
 – *herbacea* 32, 44, 339
 – *krylovii* 46
 – *lanata* 36, 37*–38, 43
 – *lapponum* 38, 69, 121, 240, 337
 – *livida* 81, 97
 – *microstachya* 224
 – *mysinites* 347
 – *myrtilloides* 69, 216–217
 – *nigricans* 63, 339
 – *nummularia* 338
 – *parallelinervis* 38
 – *pentandra* 69, 81, 155
 – *phlebophylla* 29, 43
 – *phylicifolia* (= *bicolor*) 38*, 43, 69, 338
 – *polaris* 24–29, 36–37, 47, 338
 – *pulchra* 38, 90
 – *repens* 155*
 – *reptans* 36
 – *reticulata* 36, 44, 66, 68, 87, 169, 290, 338, 347
 – *rhamnifolia* 99
 – *rosmarinifolia* 154, 186, 241
 – *sachalinensis* 49
 – *sibirica* 156
 – *triandra* 205, 209–210
 – *variegata* 319
 – *wilhelmsiana* 256
 – *xerophila* 156
Salsola (Chenop.) 228
 – *abrotanoides* 316
 – *arbuscula* 232, 298, 301
 – *carinata* 254
 – *collina* 224, 287, 314
 – *crassa* 234, 254, 397
 – *dendroides* (= *verrucifera*) 397
 – *dshungarica* 298
 – *ericoides* 397
 – *gemmascens* 234, 251
 – *glauca* 397
 – *kali* 176, 182–183, 189, 191–192
Salsola laricifolia 232, 297, 306, 311
 – *laricina* 192, 197
 – *maracandica* 277
 – *montana* 308
 – *nodulosa* 397
 – *paletziana* 235*, 251
 – *passerina* 297–298, 300, 311
 – *paulsenii* 316
 – *praecox* 308, 316
 – *richteri* 251
 – *rigida* 231, 234, 251
 – *ruthenica* 242, 287, 294
 – *soda* 196–197, 199–200
 – *tamariscina* 230
 – *tomentosa* 278
 – *turkestanica* 254
 – *zaidamense* 315
Salvia aethiopis 176, 182, 353, 359, 365
 – *austriaca* 183, 186, 353
 – *canescens* 388
 – *dumetorum* 243
 – *garedjii* 398
 – *glutinosa* 138, 356*, 385
 – *grandiflora* 361, 365
 – *horminum* 353
 – *limbata* 398
 – *nemorosa* 152, 171–174, 181–184, 197, 208, 231
 – *nutans* 164, 172–186, 353
 – *pratensis* 164, 168, 173–174, 388
 – *roborovskii* 315
 – *stepposa* 184, 218, 242–243
 – *verticillata* 172, 242–243
Salvinia natans 125, 210–211*
Sambucus 290
 – *ebulus* 138
 – *nigra* 138, 144, 150, 154, 382, 384, 388
 – *racemosa* 382
 – *sibirica* 79
Sanguisorba 313
 – *minor* 353, 359, 366
 – *officinalis* 81–82, 88, 95, 102, 201, 218–219, 222, 242
Sanicula europaea 79, 112, 124, 127, 131, 138, 143–144, 329, 345–346, 356
Saposhnikovia (Umbell.) 165
Sarothamnus scoparius 1, 5, 6
Sasa (Gram.) *kurilensis* 103
Satureja (s. auch *Clinopodium*)
 – *acinos* 359
 – *grandiflora* 356
Saussurea (Comp.) 103, 318
 – *alpina* 68, 338, 347
 – *amara* 195, 197
Saussurea controversa 99
 – *glomerata* 314, 316
 – *gnaphalodes* 283
 – *incisa* 221
 – *latifolia* 347
 – *ledebouri* 46*
 – *pygmaea* 313
 – *salicifolia* 294*
 – *salsa* 192, 197, 312, 316, 344
 – *serrata* 81–82, 223
 – *orocephala* 290, 315, 324*, 326
 – *tilisii* 27, 29, 46*–47
 – *tridactyla* 319
 – *wellbyi* 319
Saxifraga 318
 – *adenophora* 393
 – *bronchialis* 102
 – *caespitosa* 24, 27, 30, 37
 – *cernua* 24, 26, 28–30, 339, 347
 – *cherlerioides* 47
 – *firma* 47
 – *flagellaris* 25, 283, 290
 – *funstonii* 29
 – *hirculus* 25, 28–29, 47, 283, 290, 326, 338, 347
 – *irrigua* 361–362
 – *lehmanniana* 30
 – *moschata* 393
 – *nivalis* 24, 26, 28–30, 338–339
 – *oppositifolia* 27–28, 30, 37, 290
 – *pontica* 393
 – *punctata* 46*, 339
 – *redowskiana* 47
 – *rivularis* 29–30, 338
 – *serpyllifolia* 29
 – *sibirica* 262, 290
 – *spinulosa* 99
 – *tridactylites* 4*, 6, 361
Scabiosa canescens 392*
 – *caucasica* 396
 – *columbaria* 144, 359
 – *comosa* 223
 – *fischeri* 220, 292*
 – *ochroleuca* 172, 177, 179, 182, 219–220, 388
 – *olgae* 398
 – *ucrainica* 78, 154
Scaligeria (Umbell.) 255*
Scheuchzeria palustris 125, 216–217
Schismus (Gram.) *arabicus* 253
Schivereckia (Cruc.) *podolica* 117, 173, 180, 217
Schizonepeta (Lab.) *multifida* 103, 223
Schlehe, s. *Prunus spinosa*
Schoenoplectus (Cyper.) *tabernaemontani* 310 (s. auch *Scirpus*)

- Schoenus nigricans* 6, 186
Scilla autumnalis 359–360
 – *bifolia* 5, 138, 144, 356
 – *caucasica* 381
 – *japonica* 222
 – *scythica* 197
 – *sibirica* (= *cernua*) 131, 138, 145, 147, 149, 151, 381
Scirpus hamulosus 212
 – *holoschoenus* 196–197, 209
 – *lacustris* 153, 155, 194–195, 197, 208, 210–211, 215
 – *maritimus* 173, 193–196, 203–204, 211, 315
 – *melchianus* 212
 – *supinus* 212–213
 – *sylvaticus* 68
 – *tabernaemontani* (s. auch *Schoenoplectus*) 90, 194, 196, 200, 203–204
Scleranthus annuus 176
 – *perennis* 120
Scolochloa (Gram.) *festucacea* 90
Scopolia (Solan.) *carniolica* 131, 138
Scorzonera (Comp.) 253
 – *acanthoclada* 264
 – *austriaca* 68, 99, 163, 169, 243, 360
 – *crispa* 362
 – *divaricata* 306, 308, 311
 – *glabra* 222
 – *laciniata* 360
 – *parviflora* 193–194, 197, 203, 215
 – *pseudodivaricata* 311
 – *purpurea* 122, 172, 178
Scrophularia cretacea 117
 – *nodosa* 137, 356
 – *scopolii* 131
 – *variegata* (*rupestris*) 361
 – *vernalis* 138
Scutellaria (Lab.) 168, 283
 – *alpina* var. *lupulina* 117
 – *altissima* 131, 138, 145–146
 – *baicalensis* 103, 166, 220, 222–223
 – *galericulata* 124, 211, 377
 – *grandiflora* 314
 – *polyodon* 374
 – *ussuriensis* 103
 – *verna* 117, 217
Secale fragile 121–122, 125, 186
 – *sylvestre* 186
Securinea (Euphorb.) *suffruticosa* 223
Sedum acre 120, 205–206, 359, 361–362
 – *aizoon* 99, 103
Sedum album 361
 – *algidum* 290
 – *elongatum* 47
 – *heterodontum* 283
 – *hispanicum* 362, 365
 – *maximum* 122, 175
 – *pallidum* 361
 – *purpureum* 209
Seidlitzia (Chen.) *florida* 397
 – *rosmarinus* 233*–234, 251
Selaginella helvetica 102
 – *rupestris* 47
 – *sanguinolenta* 99
 – *selaginoides* (= *spinulosa*) 68, 73*, 88
 – *sibirica* 29, 99
Selinum carvifolia 155
Sempervivum ruthenicum 78, 120
Senecio argunensis 166, 222
 – *borysthenticus* 186, 209
 – *campestris* 15, 169–170, 360
 – *frigidus* 28, 290
 – *integrifolius* 90
 – *jacobaea* 179, 206
 – *jacquinianus* 385
 – *macrophyllus* 203
 – *nemorensis* 75, 81, 388
 – *paludosus* 206, 210
 – *platyphyllus* 388
 – *sagittatus*, s. *Cacalia hastata*
 – *subdentatus* 235, 263
 – *vernalis* 152, 360
Serapias (Orchid.) 377
Serratula (Comp.)
 – *centauroides* 220, 294
 – *coronata* 243
 – *dissecta* 243
 – *heterophylla* 203
 – *radiata* 179, 181, 183, 186
 – *tinctoria* 148, 155
 – *xeranthemoides* 163, 181–182
Seseli (Umbell.) 163
 – *campestre* 182
 – *coronatum* 243
 – *hippomarathrum* 217
 – *ledebouri* 243
 – *tortuosum* 182, 185, 188
Sesleria coerulea 6
 – *heuffleriana* 217
Setaria glauca 175–176
 – *viridis* 175–176, 191
Sibbaldia (Ros.) *macrophylla* 347
 – *parviflora* 392–393
 – *procumbens* 32, 339
 – *semiglabra* 392–393
 – *tetrandra* 265, 321–322, 326
Sibbaldianthe (Rosac.) 165
 – *adpressa* 294*
Sideritis (Lab.) *montana* 176, 191
 – *taurica* 353, 360, 362
Sieversia, s. auch *Novosieversia*
 – *glacialis* 337
Silaus besseri 183, 203, 243
Silene acaulis 25, 36, 338–339
 – *chersonensis* 175, 183
 – *chlorantha* 151, 243
 – *commutata* 272*
 – *compacta* 387
 – *cserei* 176
 – *densiflora* 353
 – *inflata* 208
 – *jenissensis* 223, 292*
 – *lenensis* 293*
 – *muliflora* 203, 208, 218
 – *nutans* 170
 – *otites* 172, 186, 392*
 – *parviflora* 78
 – *repens* 88, 99, 314
 – *ruprechtii* 387
 – *sibirica* 180
 – *viscosa* 243
 – *wolgensis* 177, 243, 253
Siler trilobum 366
Sinapis alba 175
 – *arvensis* 176, 191
Sisymbrium junceum 172, 192, 243
 – *pannonicum* 189
 – *sinapistrum* 176, 191
 – *sophia* 176, 183, 189, 191
 – *thalianum* 189, 212
 – *wolgense* 184
Sium lancifolium 216
 – *latifolium* 211
Smelovskia (Cruc.) *alba* 95
 – *calycina* 283, 324–326
Smilax (Liliac.) *excelsa* 377, 380
Smirnovia (Leg.) *turkestanica* 235*
Smyrniolum (Umbell.) *perfoliatum* 354
Solanum dulcamara 154, 210–211
Solenanthus (Borag.) *stylosus* 325
Solidago virgaurea 32, 35, 49, 58, 62, 68, 74, 109*, 120, 123, 151, 153, 218, 346
Sonchus arvensis 175–176
Sophora (Leg.) 228
 – *alopecuroides* 305, 312
 – *japonica* 145
 – *moorcroftiana* 319
 – *pachycarpa* 277*
 – *viciifolia* 319
Sorbaria (Ros.) 265, 318
 – *pallasii* 97
 – *sorbifolia* 79

- Sorbus 130, 265, 290, 306, 310, 318, 375
 – aucuparia 61, 62, 69, 74–75, 106, 108*, 111, 121–126, 130, 137, 143
 – boissieri 387–388
 – caucasica 387
 – caucasigena 387–388
 – domestica 366, 377
 – glabrata 38
 – intermedia 6
 – sibirica 79, 93*, 130, 338, 345–346
 – tianschanica 271
 – torminalis 6, 138, 145, 149, 356
 Sorghum halepense 256
 Sparganium minimum 125
 – neglectum 377
 – ramosum (polyedrum) 210–211, 216
 – simplex 206
 Spergularia marginata 196–197, 200, 254
 – marina 89
 – salina 196
 Sphaerophysa (Leg.) salsula 316
 Sphenopus (Gram.) divaricatus 397
 Spiraea (Ros.) 85, 99, 102, 125, 223, 228, 259, 265, 290, 306, 310, 318–319, 345
 – alpina 284, 290
 – beauverdiana 50
 – crenifolia 152, 175, 177, 179
 – flexuosa 81–82
 – hypericifolia 156, 163, 168, 177, 233, 241, 243, 356, 373*, 375, 398
 – media 69, 81–82, 90, 97
 – salicifolia 93*
 – trilobata 312–313
 – ussuriensis 103
 Spiraeanthus (Ros.) 245*
 Spiranthes (Orchid.) 314
 – amoena 223
 Spodiopogon (s. auch Erianthus) sibiricus 223, 228
 Stachyopsis (Lab.) lamiiflora 272*
 Stachys, s. auch Betonica 148
 – annua 176
 – germanica 362, 365
 – officinalis 138
 – palustris 154–155, 197, 206, 209–211
 – recta 151, 175
 – sylvatica 112, 131, 138, 144, 147, 286, 329, 346
 Staphylea colchica 378
 – pinnata 138, 145, 149, 151, 377
 Statice, s. auch Limonium
 – aphylla 221
 – caspia 192, 195–198
 – gmelini (= tomentella) 192, 203
 – latifolia 176, 179, 181–183, 231
 – membranacea 184
 – meyeri 192, 196–200
 – sareptana (glabra) 179, 188, 191–192, 213, 230
 – suffruticosa 192, 197
 – tatarica 182, 192
 – tomentella (gmelini) 183, 194–196, 208
 Stellaria 310
 – bungeana 75, 345
 – crassifolia 215
 – crassipes 24
 – decumbens 319
 – edwardsii 24, 29
 – frieseana 58
 – graminea 152, 174, 206, 290, 360
 – holostea 60, 62, 106–107, 109*, 126, 131, 137, 143–151
 – humifusa 26–27*
 – media 360
 – nemorum 66, 68, 107, 112
 – palustris 68, 206
 – peduncularis 88
 Stelleria (Swertia, Gentian.) 165, 319
 – chamaejasme 103, 166, 219–220, 223, 294, 315, 319
 – dichotoma 221
 Stenophragma (Sisymbrium) 212
 – thalianum 121
 Stilpnolepis (Comp.) centifolia 312
 Stipa 149, 151, 161, 163–164, 167, 192, 390
 – aristella 365*
 – attenuata 89
 – baicalensis (aff. capillata) 103, 165–166, 221–224*
 – breviflora 166, 310–312
 – bungeana 166, 228, 306, 310, 315
 – capillata 99, 163–191, 219–224, 228–233, 241–244, 293*–294*, 318, 352*–353, 373–374, 388
 – caucasica 263, 295
 – comata 157
 – daghestanica 388
 – dasyphylla 174, 177–179, 183–184, 190, 218
 – decipiens 220, 294
 Stipa glareosa 166, 221, 289, 291*, 295*, 297–298, 302, 306, 310, 312, 314*, 316, 322, 324*–326, 344
 – gobica 166, 220, 289, 295*, 297, 300–301, 311–312
 – graffiana 177, 179
 – grandis 165–166, 225*, 315
 – hohenackeriana 235
 – inebrians 319
 – ioannis (joannis) 116, 122, 125, 167, 170, 172*–174, 177, 181, 184–185, 239, 344, 374
 – kirghisorum 167*, 258*
 – korshinskyi 167*
 – krylovii 166
 – lessingiana 151, 164, 168, 176–191, 213, 230–231, 243, 353, 373
 – orientalis 163–164, 221, 241, 295, 322–323*, 325, 344
 – pennata (s.l.) 78, 164, 308
 – pulcherrima 184, 353, 374–375, 388
 – rubens 164, 168, 220, 239, 242–243
 – rubentiformis 177–178*, 181
 – sareptana 163–166, 221, 233, 241–242
 – schmidtii 397
 – sibirica 103, 318, 344
 – stenophylla 164, 167, 172*, 174, 177–179, 182, 190, 239, 359, 373–374
 – szovitsiana 235, 398
 – turkestanica 325
 – ucrainica 15, 164, 168, 177–180, 183, 186, 188, 191, 213
 Stratiotes aloides 211
 Struthiopteris 388*
 – filicastrum (= germanica) 75, 382, 384
 Suaeda (Chen.) 244, 251
 – altissima 197
 – arcata 308
 – confusa 196–197
 – corniculata 222*, 225*, 295, 344
 – dendroides 373, 397
 – glauca 312
 – maritima 184, 192, 194–195, 197, 203, 351–352*
 – microphylla 373
 – prostrata 194–197, 200, 314
 – przewalskii 312
 Succisa pratensis 124–125, 128–129
 Svyda (Svida = Cornus) australis 375, 382

- Swertia* (Gentian.) 318
 – *chinensis* (s. auch *Stellera*) 223
 – *lactea* 283
 – *marginata* 322, 326
 – *obtusa* 347
Sympagma (Chen.) *regelia* 297, 306, 308, 311, 316
Symphoricarpus (Caprif.) 158*–159
Symphytum *asperum* 387
 grandiflorum 384
 – *officinale* 154–155, 209, 211
 – *tauricum* 138, 145, 147, 354
Syrenia (Cruc.) *angustifolia* 185–186
 – *sessiliflora* 185
Syringa *oblata* 313
- T
- Tamarix* 241, 244, 302, 307*
 – *chinensis* 297
 – *hispida* 256, 308
 – *hohenackeri* 365
 – *laxa* 256, 310
 – *ramosissima* 200, 256, 304*–307*, 308, 316
 – *tetrandra* 365
Tamus (Dioscor.) *communis* 354, 372
Tanacetum (s. auch *Ajania*, *Filifolium*)
 – (*Hippolytia*) *achilleoides* 295, 297
 – *dissectum* 326
 – *fruticosum* 166, 306, 311
 – *gobicum* 297
 – *pamiricum* 322, 325
 – (*Filifolium*) *sibiricum* 103, 161, 165–166, 168, 219–224*, 226*, 228, 292*, 295
 – *tibeticum* 318, 320
 – *trifidum* 295, 297
 – *xylorrhizum* 322, 325
Tanne, s. *Abies*
Taraxacum *arcticum* 26, 30
 – *bessarabicum* 194–195, 204
 – *chamissonis* 30
 – *chinense* 312, 314
 – *hyparcticum* 30
 lateritium 30
 – *mongolicum* 222
 – *officinale* 152, 196, 201, 207–208, 360
 – *serotinum* 164, 173, 175, 179, 184–185
 – *stevensi* 393
- Taxus* *baccata* 2*, 6, 356, 377–378, 382
 – *cuspidata* 103
 – *wallichiana* 279
Telekia (Comp.) *speciosa* 387–388
Tetradiclis (Zygoph.) *mongolica* 297, 314
 – *tenella* 197
Tetragonolobus (Lotus) *maritimus* 6
Teucrium *chamaedrys* 359, 362, 374
 – *montanum* 179, 362
 – *polium* 164, 168, 184–186, 359, 362, 365, 374–375
 – *scordium* 197
 – *scorodonia* 1, 5
Thalictrum 154, 310/311, 313
 – *alpinum* 47, 87, 88, 290, 326
 – *angustifolium* 152
 – *flavum* 206, 209, 211
 – *foetidum* 98, 217
 – *minus* 66, 68, 75, 79, 81, 88, 157, 169, 177, 218, 243, 338, 346, 362
 – *petaloideum* 217, 220, 222–223
 – *simplex* 68, 103, 208, 272*
 – *squarrosum* 103
Thelycrania (Cornac.) 265
 – *alba* 79, 156
Thelypteris (s. auch *Dryopteris*)
 palustris 204, 206, 211, 215
 – *phlegopteris* 62, 68, 107, 109*
Thermopsis (Leg.) 312, 316
 – *alpina* 318–319
 – *lanceolata* 312, 316, 224, 294*
Thesium (Santal.) *ebracteatum* 174
 – *ramosum* 360
Thlaspi *arvense* 176
 – *cochleariforme* 219
 – *praecox* 360
Thylacospermum (Caryoph.)
 – *rupifragum* 315, 318–319
Thymelaea *passerina* 176, 186
Thymus 168, 374
 – *angustifolius* 128, 220
 – *asiaticus* 219
 – *borysthenticus* 185
 – *callieri* 353, 360, 362
 – *caucasicus* 393
 – *eriphorus* 393
 – *hirsutus* 359
 – *kotschyanus* 393
 – *loevyanus* (= *glabrescens*) 173–174, 183
 – *marschallianus* 172*, 180, 184, 187, 190, 218, 243
Thymus *nummularius* 393
 – *odoratissimus* 78, 121–122, 185
 – *pulegioides* 173
 – *serpyllum* s.l. 68, 103, 120, 123, 185, 219, 290*, 314–315, 337, 359, 375
Tilia 130, 346
 – *argentea* (= *tomentosa*) 145, 151
 – *caucasica* 377–379, 382, 384, 405
 – *cordata* 6, 53, 55, 58, 61, 63, 79–80, 105, 107–108*, 112–113, 116, 126, 132, 138, 147, 164, 329, 356
 – *mongolica* 166
 – *multiflora* 377
 – *platyphyllos* 375, 379, 382
 – *sibirica* (aff. *cordata*) 79
 – *taqueti* 103
Tofieldia (Liliac.) 91
 – *cernua* 94
 – *nutans* 88
 – *palustris* 88, 339
Tommasinia (Umbell.) *purpurascens* 388
Torilis *anthriscus* 154
Torularia (Cruc.) 310
Tournefortia (Borag.) *arguzia* (= *sibirica*) 192, 212, 242, 306, 312, 398
 – *sogdiana* 252
Trachomitum (Apocyn.) *lancifolium* 316
Trachycarpus (Palmae) *fortunei* 363
Trachystemon (Borag.) 384
 – *orientale* 378
Tragacantha–*Igelpolster* 259
Tragopogon (Comp.) 235
 – *donetizicus* 122
 – *floccosus* 210
 – *major* 360
 – *orientalis* 345
Trapa *colchica* 399
 – *natans* 210–211*, 315
Tribulus (Zygoph.) *terrestris* 255–256
Trichophorum (Cyper.) 88
 – *caespitosum* 44, 339, 347
 – *pumilum* 316
Trientalis (Prim.) *europaea* 49, 58, 60, 62, 65, 68, 74–75, 102, 106–107, 121, 123, 125
Trifolium *agrarium* 208
 – *alpestre* 149, 170, 173, 179, 184, 208, 362, 387
 – *ambiguum* 360, 362, 390, 393
 – *borysthenticum* (aff. *pratense*) 203, 205, 208

Trifolium canescens 390, 393
 – *expansum* 151
 – *fragiferum* 173, 194, 197, 203–204, 206, 215
 – *hybridum* 208
 – *lupinaster* 95, 217–219, 242, 274, 294
 – *medium* 128
 – *montanum* 128, 163, 168–174, 179, 181, 359
 – *pratense* 129, 173, 179, 182, 359–360
 – *procumbens* 359
 – *repens* 128–129, 170, 201, 204–205, 208
 – *spadiceum* 128–129
 – *trichocephalum* 387, 390
Triglochin (Juncag.) *maritimum* 100, 193–196, 200, 203–204, 206, 215, 316, 326
 – *palustre* 100, 215, 305, 308, 312, 314, 316, 320
 – *striatum* 316
Trigonella (Leg.) 254
 – *pamirica* 225
 – *ruthenica* 222, 294
Trinia (Umbell.) 163, 188*
 – *henningii* 172, 174, 179, 182–183
 – *hispida* 183, 186
 – *hoffmanni* 359
 – *kitaibeli* 243
Triodia decumbens 128
Trisetum altaicum 347
 – *flavescens* 2*, 6
 – *sibiricum* 290, 345
 – *spicatum* 47, 87, 290, 326, 338
Trollius 271, 318
 – *altaicus* 347
 – *asiaticus* 97, 261, 290, 345/346
 – *europaeus* 44, 68, 201, 339
 – *patulus* 375
 – *sibiricus* 87–88
Tsuga canadensis 119
Tulipa (Liliac.) 252, 254
 – *biebersteiniana* 164, 177, 181, 186, 230
 – *biflora* 230–231, 243
 – *dasytemon* 261
 – *quercetorum* 149
 – *schrenkii* 177, 181, 183, 186, 188, 192, 243, 353
 – *silvestris* 151
 – *uniflora* 163, 165, 289
Tunica prolifera 180
Turgenia (Umbell.) *latifolia* 353
Typha angustifolia 113*, 153, 195, 200, 208, 210–211, 215, 308, 316, 373*

Typha latifolia 373*, 377
 – *minima* 308
 – *pallida* 256

 U
Ulmus 105–106, 112, 126, 130, 133
 – *glabra* Mill. (= *campestris* L. em. Huds. = *carpinifolia* Gled. = *minor* Mill.) 329
 – *glaucescens* 312
 – *campestris* L. em. Huds. 6, 138, 144, 150–152
 – *effusa* Willd. 209
 – *elliptica* 380, 382
 – *foliacea* 377–378
 – *laciniata* 103
 – *laevis* Pall. (= *effusa* Willd. = *pedunculata* Fougereux) 107–108*, 130, 138, 150–151
 – *montana* With. 375, 385
 – *propinqua* 103
 – *pumila* 101, 220–221, 223, 300*–302*, 319
 – *scabra* Mill. (= *montana* With. = *glabra* Huds.) 6, 55, 61, 112, 130, 132*, 137, 143–144, 329, 356, 379, 381–382, 384
 – *suberosa* (aff. *campestris*) 153, 376, 405, 407
Umbilicus (Crassul.) *spinosus* 221
Urtica 283
 – *dioica* 112, 124, 137, 144, 147, 150–151, 154–155, 216, 360
 – *pubescens* 216
Utricularia intermedia 100–101
 – *minor* 125
 – *vulgaris* 155, 211, 215

 V
Vaccinium arctostaphylos 375, 377–378, 382–383, 386
 – *myrtillus* 44, 58*, 60–68, 74, 106, 108*, 112, 121–127, 329, 335–337, 339, 387, 389
 – *ovalifolium* 60
 – *praestans* 60
 – *uliginosum* 29, 36, 44–49, 65, 68, 75, 78, 86–88, 94, 98, 102, 121, 124, 216, 335*–338
 – *vitis-idaea* 29, 36, 43*–49, 58–68, 74–99, 106, 112, 120–126, 157, 216, 223, 335, 345–346, 387

Valeriana allariaefolia 385, 388
 – *capitata* 30
 – *chionophila* 237*, 255
 – *dubia* 174
 – *fedtschenkoi* 283
 – *officinalis* 52, 68, 174, 206, 313, 339, 361
 – *tuberosa* 181, 213
 – *volgensis* 75
Valerianella 163, 192
Vallisneria spiralis 211
Vandellia (Scroph.) *pyxidaria* 212
Ventenata (Avena) *dubia* 213
Veratrum (Liliac.) 375
 – *album* 48*, 205
 – *lobelianum* (*album* ssp.) 81, 129–130*, 201, 205, 290, 336–339, 345, 347, 388, 389*, 390
 – *nigrum* 174, 219, 295
 – *oxysepalum* 47
Verbascum blattaria 197, 203
 – *lychnitis* 120
 – *nigrum* 151
 – *orientale* 179
 – *ovalifolium* 353
 – *phoeniceum* 122, 163, 172–174, 177, 231, 243, 359
 – *pinnatifidum* 186
Veronica alpina 32, 338
 – *arvensis* 359
 – *austriaca* 78, 152, 183–184
 – *biloba* 265
 – *campylopoda* 254, 261
 – *chamaedrys* 122–123, 148, 170, 178, 183, 354, 358–360
 – *gentianoides* 358, 361–362, 374, 390
 – *incana* 90, 95, 99, 175, 177, 219–221, 293*–294
 – *komarovii* 103
 – *longifolia* 32, 68, 206, 210, 218
 – *maxima* 131
 – *montana* 131, 144
 – *officinalis* 58, 77, 97, 120, 123, 128, 137
 – *orientalis* 359
 – *prostrata* 152, 174, 183
 – *scutellata* 204
 – *spicata* 78, 120, 122, 169, 172, 179, 218, 242–243
 – *spuria* 152, 177, 242–243
 – *triphyllus* 192
 – *verna* 121, 181, 188–189, 213
Viburnum (Caprif.) 265
 – *lantana* 131, 138, 143, 145, 151, 387
 – *opulus* 107–108*, 126, 137, 143, 152, 155, 345–346, 377, 382

Viburnum orientale 377–378, 407
Vicia amoena 223
 – *angustifolia* 176
 – *cracca* 99, 205–209, 242, 345
 – *crocea* 385
 – *dumetorum* 138
 – *hirsuta* 152, 176, 213
 – *lathyroides* 6
 – *multicaulis* 97, 99, 103
 – *pisiformis* 138
 – *sepium* 137
 – *sylvatica* 346
 – *tenuifolia* 152, 171, 179, 183
 – *tetrasperma* 213
 – *unijuga* 81, 82, 223
 – *villosa* 129, 213
Vinca (Apocyn.) *herbacea* 149,
 151–152, 179, 183, 186, 353
 – *minor* 131, 138
Vincetoxicum (Cynanchum,
 Asclep.) *officinale* 78, 122
Viola alba 381
 – *altaica* (= *oreades*) 347, 358,
 360–362
 – *ambigua* 174, 181
 – *amoena* 90
 – *arenaria* 122
 – *arvensis* 192
 – *biflora* 339, 347
 – *canina* 128, 218, 338
 – *caspia* 380
 – *collina* 138
 – *costata* 221
 – *epipsila* 47, 68
 – *hirta* 137, 144–145
 – *jooi* 217
 – *kitaibeliana* 181, 188, 359

Viola langsдорffii 49
 – *mirabilis* 68, 112, 131, 138,
 144, 151, 346
 – *odorata* 131, 138, 144, 148,
 150, 151, 356, 381
 – *palustris* 63, 68
 – *riviniana* 138
 – *sacchalinaensis* 99
 – *selkirkii* 62, 82
 – *sieheana* 359
 – *sylvatica* (*sylvestris*) 68, 131,
 138, 144–145
 – *tanaitica* 138, 145
 – *umbrosa* 75
 – *variegata* 103
Viscaria (s. auch *Lychnis*) *vulga-*
ris 170
Viscum album 5
Vitex (Verben.) *agnus-castus*
 365
Vitis orientalis 380
 – *silvestris* (*sylvestris*) 149, 269,
 377–378*
 – *vinifera* 267/269

W

Waldheimia (Comp.) *glabra* 283
 – *tomentosa* 283
 – *tridactylites* 290
Winklera (Cruc.) *silvaifolia* 283
Wisteria (Wistaria, Leg.) *sinensis*
 145
Woodsia (Filic.) 73*
 – *alpina* 337
 – *ilvensis* 338

X

Xanthopappus (Comp.) 318
Xeranthemum (Comp.) *annuum*
 164, 176, 184

Y

Youngia (Comp.) *paleacea* 316

Z

Zannichellia (Potamog.) *palu-*
stris 200
Zelkova (Ulmac.) 404–405
 – *carpinifolia* 377–378
 – *hyrcana* 380
Zerna (s. auch *Bromus*) *pumpel-*
liana 97, 99
Zirbe, s. *Pinus cembra*
Ziziphora (Lab.) 168
 – *clinopodioides* 262
 – *tenuior* 254
Ziziphus (Rham.) *jujuba* 312
 – *sativa* 270
Zostera (Potamog. s.l.) *marina*
 200
 – *minor* 200
Zygadenus (Liliac.) *sibiricus* 88,
 99
Zygophyllum atriplicoides 398
 – *eurypterum* 232*
 – *kaschgaricum* 297, 301
 – *mucronatum* 166, 228, 306, 311
 – *rosovii* 295, 325
 – *xanthoxylon* 296*–297, 300–
 301, 306, 310–312, 314

Sachregister

(* bedeutet Abbildung)

A

Adak 256
Adyr 255, 258, 263
Alaschan-Wüste 311–313
Alassy (Restseen in Jakutien) 90
Alpiner Steppenrasen 261
Altai 340 ff.
–, Bodentypen 342*
–, Gebirgstundra 347
–, Hochgebirgswiesen 346–347
–, Höhenstufen 343, 344*
–, Karte 341*
–, Klima 341–343
–, Klimadiagramme 342*
–, Laubwaldrelikte 345–346
–, Steppen 344
–, Wälder 345 ff.
Anadyrgebiet, Vegetationsprofile 46*
Apfelwälder, wilde (Mittelasien) 267*
Areale von Steppenarten 167*
Arealformen in Europa 1
Arealgrenzen von *Allium polyrrhizum* 226*
– von *Anabasis salsa* 229*
– von *Aneurolepidium pseudoagropyrum* 226*
– von *Artemisia terrae-albae* 229*
– von *Atriplex cana* 229*
– von *Lasiagrostis splendens* 227*
– von *Tanacetum sibiricum* 226*
–, östliche d. Laubholzarten 106*
– – – im Uralgebiet 132*
–, westliche sibir. Nadelhölzer 106*
Arealkarten von *Digitalis purpurea* 5*
– von *Geum*-Arten 6*
– von *Hedera helix* 2*
– von *Lathyrus montanus* 5*
– von *Ranunculus*-Arten 3*
– von Nadelholzarten 2*, 52*–56*
– von *Saxifraga tridactylites* 4*
– *Trisetum*-Arten 2*
Arve, Ansprüche 72
–, Areal 54*
–, Verbreitung durch Häher 72
Arvenwald (*Cembretum*) in Sibirien 74
– in der Mongolei 80/81
Askania Nowa, Steppenreservat 187–190
Aspektfolgen der Steppen 178–179, 181–182, 185
– der Donezwiesen 207–208
Assoziation, Bezeichnung 10

Assoziationsgruppen d. *Piceeta* 57* ff.

– d. *Pineta* 77*

Auen d. Dnjepr 209

– d. unteren Wolga 212

– Mittelasien 256

Auenwälder d. Taigazone 75

Auenwiesen, Gliederung 200, 201

–, halophile 202–204

–, Sukzessionen 201–202

–, Typen der Gräser 201

–, Wurzeltypen der Kräuter 201

Azonale Salzvegetation westl. Steppen 192 ff.

B

Badachschan (W-Pamir) 326–327

Baikalsee, Flora u. Fauna 92

–, Größe 91–92

–, Hochland 95

–, Höhenstufen am 94*, 96*

–, Seespiegelschwankungen 100

–, Steppenflora 95

–, Strandwälle 100

–, Vegetation 91 ff.

Bajraki 150

Balchaschsee, Salzverhältnisse 242

Baraba-Niederung 240

Barchane 235, 253

Baumfluren in Afghanistan 278*, 279*

– in Mittelasien 268*–270

Baumgrenze, nördlichste in Sibirien 40

–, polare 32, 39*

–, Veränderung (Ural) 337, 340

Beischan-Wüste, s. Peischan

Beweidung, Bedeutung für Steppe 189–190

Bialowjesch, Urwald von 110 ff.

Bio-Ökogruppen 66 ff.

Biotopwechsel, Gesetz d. 15

Birken-Espenzone in W-Sibirien 156, 157

Birkenhaine 153

Blockdiagramme d. Pinega-Tals 70*, 71*

Bodenkarte d. Steppenzone 170*

Bodentypen d. Altai 342*

– d. Krim 351*

– d. Steppen 170*, 171*

– u. *Stipa*-Arten 177

Bodenzonen u. Vegetation 10

Bor 114*

Boreale Waldzone Nordamerikas 158*, 159*

Brandflächen, Bewaldung d. 75
 –, Moose auf 77
 Breitlaubige Holzarten 105, 130
 Bruchwälder 113*, 114*
 Burkuti-Sandgebiet 153*, 154*

C

Chang-Tan-Wüste 317
 Chinesisches Lößgebiet 228*
 Chlorid-Sulfatverbrückung 193

D

Disjunktionen d. Laubwaldarten 131
 Dnjepr (Liman, Auen u. Sümpfe) 209–211
 Dornpolsterflur 280*, 284*
 Dshengil (Dshangil) 256
 Dsungarei 298
 Dsungarische Pforte 273
 Dubrawa in Bialowjesch 112
 Dünen als parallele Rücken (Tsaidam) 316
 Dünenvegetation in Mandschurei 223*, 224*

E

Eichen-Hainbuchenwälder 143–146
 – – Kiefernwälder in Polesien 122
 – – Mischwälder 146–148
 – wälder 148–151
 Eisgang in Osteuropa 4
 Entwicklungszyklus in Steppen u. Wüsten 244
 Ephemerer auf Solontschak 192
 – in Mittelasien 236*, 237*, 252–254*, 255*
 – – Wüste 236, 277*
 Ephemerode 237*, 252
 Ersatzgesellschaften in Polesien 127–129
 Espen, Salztoleranz 240
 – – Birkenhaine in Kasachstan 239, 240
 – – im Ural 333*, 343, 346
 – – Eichenhaine 152
 – – Haine auf Solodböden 154, 155*
 – – Wälder in Mittelasien 270
 – – Waldzone 156ff.
 – – zone Nordamerikas 157, 158*
 Eu-arktische Flora 35
 Eu-Klimatopie 13

F

Federgrassteppe, Charakterarten 176
 –, krautreiche 176ff.
 –, südl. krautarme 186ff.
 Felsensteppe 179, 184, 217
 Feuer, Einfluß auf Steppen 189
 Fichte, Höhenwachstum 62
 – (*Picea*), Verbreitung 52*
 Fichtenwälder in Ostsibirien 87
 –, treue Arten 58
 –, Typen 57*
 Fjelds 44, 330
 Fleckenbodentundra 33*
 Florengebiete N-Eurasiens 136*

Florengefälle in Osteuropa 3
 – spektr. d. ukrain. Wälder 139
 Fluktuationen 8

G

Gebirge Mittelasien 256ff.
 Gebirgskammlinien, Altai 341*
 –, Hindukusch 274*
 –, Kaukasus 367*
 –, Mittelasien 257*
 – – steppen Mittelasien 258*, 259, 260*, 261
 – – tundra 42ff., 330, 343, 347
 – – vegetation d. Talass-Alatau 260
 – – d. Turkestanischen Gebirges 262
 Geoelemente d. südl. Osteuropas 137–138
 –, zentralasiatische 297
 Gesetz d. relat. Standortskonstanz 15
 Gipsophile Arten 249–250
 Gipsophyten Mittelasien 232*, 249
 Glazialrelikte auf Kreide 117
 – in nördlicher Taiga 66
 Glazialzeiten 18
 Gobi-Wüste 298ff., 295*–304*
 –, Oasen 302, 304*
 Golzy 42, 45*, 330, 332*, 334
 Grud 111, 114*

H

Halbsavannen 263
 Halbwüsten 229ff.
 – in Afghanistan 278*
 – in Kasachstan 241
 –, Mosaikkomplexe 230
 Halophyten, absalzende 234
 –, Alkali- oder Chlorid- 250
 –, Kaukasus 397–398
 –, Krim 351
 – in Mandschurei 222*, 225*
 –, Mittelasien 233*, 234, 250–253*
 – – gesellschaften, Typen d. 193–198
 – – d. Muschelbänke 199
 Hindukusch, Kammlinien 274*
 –, Klimadiagramme 282*
 –, Niederschläge 275*
 –, Vegetation 274
 –, Vegetationsprofil 281*
 Hingan (Großer), Klima 101
 –, Steppen 103
 –, Vegetationsprofil 102*
 Hochmoorarten in Kasachstan 240
 Hochtibet 316–320
 Höhenstufen in Afghanistan 281*, 283*
 –, Alaschgebirge 312
 –, Altai 342*, 343, 344*
 –, am Donez 177
 –, auf Kamtschatka 49*
 –, Kaukasus 376*, 408*, 409*
 –, Korridor Hessi-Nanschan 310*
 –, Krim 353 ff., 366

Höhenstufen, Mittelasien 259

–, Ostsibirien 90–91

–, Ural 328–330, 333*, 334, 335*, 336

Holzarten, endemische in Mittelasien 265

Homoklimate 21*

I

Igelpolster 259, 262, 264

Inlandeis (Nowaja Semlja) 24

Interglaziale 18

J

Jaila 263, 348

Jaila-Gebirge (Krim) 354–362

Jakutien, Salzböden 89

–, Steppen 89, 220

K

Kair 256

Kalkverbrückung 193

Kältewüste 24 ff.

Kamtschatka 48 ff.

–, Höhenstufen 49*

Kansu-Korridor 308–311

Karte, Afghanistan (Niederschläge) 275*

–, Alaschan-Wüste 309*

–, Altai 341*

–, Arealgrenzen d. Holzarten 106*

–, Armenien 406*

–, Aserbeidshan 404*

–, Baumgrenze (polare) 39*

–, Bodentypen (Ukraine) 170*

–, Bodenzonen (Tundra) 34*

–, Chinesisches Lößgebiet 228*

–, Eiszeitablagerungen 59*

–, Gebirgstundra 23*

–, geobotan. d. Steppen 163*, 165*

–, Grusinien 402*

–, Hindukusch 274*

–, Holzarten-Arealgrenzen 106*

–, Huang-Ho-Knie 313*

–, Kasachstan 238*, 245*

–, Kaukasien s. bei Kaukasien

–, Korridor Hessi 309*

–, Krim 348*, 350*, 351*

–, Laubholzarten im Ural 132*

–, Mittelasische Gebirge 257*

–, Mongolei (Vegetation) 286*

–, Nowaja Semlja 26*

–, Ordos-Gebiet 313*

–, Peischan 309*

–, Permafrostboden 31*

–, polare Baumgrenze 39*

–, Sibirien 78*, 80*, 82*

–, Taiga 78*, 82*

–, Tundrazone 22*

–, Tuwa-Gebiet 285*

Karte, Ukraine 140*, 141*

–, Uralgebiet 329*, 332*

–, Vegetation, Afghanistan 276*

–, –, Kanada 156*

–, –, Kaukasien 369*

–, –, Krim 350*

–, –, Mongolei 286*

–, –, Nordamerika (östl.) 118*

–, –, Nord- u. Zentralasien 12*

–, –, Osteuropa 11*

–, –, Uschkansche Insel (Baikal) 98*

–, Verbreitung der Nadelbaumarten 52*–56*

–, Zentralasien (geobotanische) 299*

Kasachstan, Geographie 236–239

–, Karte 238*

–, Klima 238, 241*, 245, 246

–, Rumpflandschaft 237–239*

–, stationäre geobot. Untersuchungen 242–248, 245*

–, Steppe 239*, 247*

–, Vegetationsgliederung 238*, 239 ff.

–, –-struktur 246

Kaschgarien 306–308

Kaukasien 366–410

–, Alpine Matten 391*, 392*, 394*

–, Armenien 406*

–, Aserbeidshan 404*

–, Buchenwald 375, 376*, 382*–384*

–, Eichenwälder 374*, 375, 376*, 381*

–, Gliederung 366–368

–, Großlandschaften 399–410, 400*

–, Grusinien 402*

–, Halbwüsten 395 ff.

–, Halophyten 397–398

–, Hochstauden 389*

–, Höhenstufen 376*, 408*, 409*

–, Hyrkanische Vegetation 380*, 381

–, Karten 367*, 369*, 381*, 382*, 396*, 400*, 404*, 406*

–, Klima 368–372

–, Klimadiagramme 370*, 372*, 387*

–, Kolchische Vegetation 376 ff., 378*, 379*, 400*

–, Lenkoran 380, 407

–, Mediterrane Vegetation 376–377

–, Nadelwälder 384*, 385, 386*, 387

–, Parklandschaften (subalpine) 388, 405, 410

–, Steppen 372, 373*, 374*, 393

–, Talysch 380, 407

–, Vegetation 372–399

–, Vegetationsprofile 376*, 409*

–, Wiesen (subalpin-alpine) 388–393

Kiefer, Areal 53*

–, auf Kalk 116

–, Wüchsigkeit 115*, 116

Kiefern-Eichenwälder, Verjüngung 115*, 11

– -Flechtenwälder 77*

– -Laubwälder (Polesien) 114*, 125

– -Moore 63–65

– -Steppenwald 78

Kiefernwälder, Altersklassen 76

Kiefernwälder, Brandwirkung 75, 76
 –, in Kasachstan 240, 241
 –, in Polesien 115*, 120–122
 –, Typenschema 77*
 Klimadiagramme, Allgemeines 18 ff.
 –, Erläuterung 19*
 –, Homoklimate 21*
 – v. Afghanistan 275*, 282*
 – Alaschan-Wüste 309*
 – Altai 342*
 – Boreale Zone 60*
 – Dsungarei 300*
 – Gobi 300*
 – Halbwüste 135*
 – Kamtschatka 47*
 – Kasachstan 241*, 246*
 – Kaukasien 370*, 372*, 387*
 – Korridor Hessi 309*
 – Krim 349*, 356*
 – Laubwaldzone 134*
 – Mittelasien 229*
 – Mongolei 300*
 – Pamir 282*
 – Peischan 300*
 – Sibirien 83*
 – Steppenzonen (westl.) 134*
 – – (sibirische) 162*
 – Taiga (Nadelwald)-Zone 60*
 – Tarimbecken 307*
 – Tsaidam 315*
 – Tundrazonen 25*
 – Ural 330*
 – Zentralasien 300*, 307*, 309*, 314*, 315*
 Klimagliederung, SE-Osteuropa 135*
 Kolki 154
 Kontinentalitätsgrade 1, 3, 4
 Korridor Hessi oder Kansu 308–311
 Kreidehänge mit Relikten 116* 117,
 Krim 348–366
 –, Alpine Arten 358
 –, Bodentypen 351*
 –, Buchenwälder 354, 355*, 356*
 –, Eichenwälder 353
 –, Gebirgszüge 348*, 349*, 352*, 353*, 354*
 –, – -vegetation 355*, 356, 357*–362
 –, Halophyten 351
 –, Jaila 348*, 349*, 354*–362
 –, Karten 348*, 350*, 351*
 –, Kiefernwald 355*, 362*,
 –, Klima 349, 357–359, 363–364
 –, Klimadiagramme 349*, 356*
 –, Mediterrane Geoelemente 364*–365*
 –, Profil (geologisches) 349*
 –, Salzböden 351*, 352*
 –, Steppen 349, 350*, 351*, 352*, 353
 –, Südkrim 362*–365*
 –, Vegetationskarten 350*, 357*
 Krummholz 43
 Kusnezsk-Alatau 80*

Küstensenkung am Schwarzen Meer
 197–198

L

Lärchen, Altersaufbau (Ural) 339–340
 –, Areale 55*
 Lärchenwälder Altai 345
 –, fernöstliche 103
 –, mongolische 81
 –, sibirische 84*–96
 –, transbaikalische 101
 Laubbäume, Verbreitung 6, 7
 Laubholzstufe im Tjanschan 264*
 Laubwaldarten 131
 –, Disjunktionen 131
 –, Relikte in Sibirien 79–80, 131, 345–346
 Laubwälder d. Ukraine 143 ff.
 Laubwaldstufen in Mittelasien 264*–270
 Lhasa, Vegetation um 319
 Limane 142, 352*
 Linde in Sibirien 79–80
 Lop-Nor-Senke 306, 308
 Löß, Nordgrenze in Osteuropa 59*
 – -decke der Ukraine 142
 – -plateau in China 225–228*
 – -wüste (Mittelasien) 235, 277*

M

Makromosaikkomplexe bei Mischwäldern 105
 Mengenskala nach Drude u. Braun-Bl. 7
 Mischwälder 105 ff.
 –, amerikanische 117
 –, baltische 106
 –, Bodenverhältnisse 114*
 –, Phänologie 108*–110*
 –, Rshew-Gebiet 106 ff.
 Mittelasien, Klima 229*–230
 –, Oasen 256
 –, Vegetation 230 ff.
 –, Vegetationsstufen 259 ff.
 –, – mit Apfelwäldern 267*
 –, – mit Laubholz 265 ff.
 –, – mit Nadelwäldern 269*, 270*, 271
 –, – mit Walnußwäldern 265–266*
 –, – mit Weinreben 267–269
 –, – mit Wiesen 271, 272*, 273*
 Mongolei, Klima und Vegetation 286 ff.
 Moore am Baikalsee 100
 – in der Ukraine 214–217
 – mit Kiefern 63–65
 – Naka- (Tibet) 320*
 Moorwald in Polesien 121
 Mosaikstruktur der Vegetation 8–10, 167

N

Nadelbaum-Areale 52*–56*
 Nadelwaldtypen, Schema 66*
 Nadelwälder 55 ff.
 Nadelwaldstufen in Mittelasien 269*, 270*, 271

Nadelwaldstufen in Nordamerika 159*, 160
 Nadelwaldzone 52 ff.
 – in Nordamerika 117
 Naka-Moore (Tibet) 320*
 Nardeta in Polesien 128
 Neoeendemiten in Sandsteppe 186
 Niedermoore in Polesien 128

O

Oasen Mittelasiens 256
 Ökotypen der Sandsteppe 186
 Ökozonotypen (ÖZT) 66 ff.
 Ordos-Gebiet 313–315
 –, Profil 314*
 Ostsibirien, Höhenstufen 90–91
 –, Steppen 219 ff.
 –, Taiga (in Jakutien) 84 ff.
 –, Tundra 35, 45–48
 Ozeanitätsgrade 1, 3
 ÖZT = Ökozonotypen 66 ff.

P

Paläomediterrane Elemente Mittelasien 244
 Palsen-Moore 33, 41*
 Pamir 320 ff.
 –, Höhenstufen 320, 321*, 322*
 –, Klima 320
 –, Polsterpflanzen 321, 324
 –, Vegetation 325–326
 –, West- 326–327
 –, Wurzelsysteme 323*, 324*
 Parklandschaften 334, 340, 343
 Peischan-Wüste 305, 306
 –, Vegetationsprofil 305*
 Periglaziale Steppen (Relikte) 217
 Permafrostverbreitung 31*
 Phänologie d. Mischwälder 108*–110*
 Phytozonosen, Merkmale 7
 Picceta (Schema) 57*
 Pineta (Schema) 77*
 Pistazien, wilde 269*
 Plakor (= Eu-Klimatop) 13
 Podgolezstufe 45, 331
 Podsolböden, Nordgrenze 34*
 Pod-Vegetation 212–214
 Polesien, Wälder und Wiesen 119–129, 141
 Polesje, s. Polesien
 Pollenanalyse, Polesien 114–115
 Polsterpflanzen 321, 324, 325–326
 Postglazial in Osteuropa 18
 Psammophyten Mittelasien 235*, 251

R

Rang-Vegetation 263
 Redkolesje 86
 Relikte, aralo-kaspische 192, 197
 –, periglaziale 217
 –, Westsibirien (Laubwaldarten) 79–80, 131, 345–346
 Riesenumbelliferen 255

S

Saksaul (sprich Ssakssa-ul) 231, 234, 250
 –, Verbreitung 251*, 253*, 256
 Salzböden, Inn. Mongolei 222*, 225*
 –, Kasachstan 244, 250
 –, Kaukasus 389, 397
 –, Krim 351*, 352*
 –, Steppe 192
 Salzpflanzen, s. auch Halophyten
 –, Altai 344
 –, Kaukasus 397, 398
 –, Krim 351
 –, litorale 197, 199, 200
 –, Ukraine 193
 Salztoleranz von Espe u. Birke 240
 Salzwiesen 193–196
 Salzwüste (Mittelasien) 234
 Sandböden, Wasserverhältnisse 223
 Sandflächen (bewegliche), Sukzessionen 241, 242
 Sandgebiete am unteren Dnjepr 153*, 154*
 – im zentr. Osteuropa 113
 Sandsteppe 185
 Sandvegetation, hemihalophile 196
 Sandwüste, Afghanistan 277*
 –, Mittelasien 224, 252*
 Schlehenpfannen 152
 Schneetälchen in Mittelasien 261, 262
 Schor (Salzpfanne) 234, 398
 Schwarzerde, s. auch Tschernosem
 – in Jakutien 90
 Schwarzmeer-Asowsche-Niederung 142
 Seenreichtum im ariden Klimagebiet 240
 Seespiegelschwankungen d. Baikalsees 100
 Sodaverbrackung 193
 Solodwiesen 193
 Solonezböden in Jakutien 90
 Solontschakböden s. Salzböden
 Spalierwacholder 262*
 Spitzbergen (Tundra) 24
 Ssasan 256
 Standortskonstanz, Gesetz d. 15
 Stein (Gips)-Wüste (Mittelasien) 232
 Steppe 161–228
 –, Altai 344
 –, Ansichten 172*, 178*, 180*, 188*, 222*, 223*
 351*, 352*
 –, Aspektfolgen 178–179, 181–182, 185
 –, Besiedlung v. Brachflächen 190
 –, Beweidungseinfluß 189–190
 –, Boden (Typen, Profile) 161, 168*, 169, 170*, 171*
 –, Brandwirkung 189
 –, Degradation 179–180
 –, Gliederung 163*, 164, 165*, 166
 –, Grenzen 161
 –, Hauptgattungen 161
 –, Kaukasus 372*, 373*, 374*, 393
 –, Klimadiagramme 134*, 162*
 –, Krim 349, 350*, 351*, 352*
 –, mandschurische 221 ff.

Steppe, mongolische 291ff., 292*, 293*, 294*
 –, Mosaikstruktur 167
 –, Nagerbaue 167
 –, östliche 217ff.
 –, pamirische 325
 –, Sand- 185
 –, solonzierte 189
 –, Stein- 179, 184
 –, transbaikalische 219
 –, Typen 167–169
 –, ursprüngliche (Kasachstan) 243
 –, Vegetationsprofil 171*
 –, Verbrackungsreihe 183–184
 –, westliche 162
 –, Wettbewerb mit Wald 161
 Steppen-Arten, Areale 167*
 – –, Entwicklungszyklus 244
 – –, Verbreitung in einzelnen Zonen 177
 Steppen-Eichen-Kiefernwald 125
 – – Inseln in W-Sibirien 80*
 – – Kiefernwald 121
 – – Läufer 181*, 182, 188*
 – – Pflanzen, Wurzelsysteme 189
 – – Zieselbaue, Vegetation d. 183
 – – Zonen 169
Stipa-Arten u. Bodentypen 177
 Strandvegetation am Schwarzen Meer 199
 Subor 114*
 Sugrudki 114*
 Sümpfe d. Dnjepr-Limans 210*

T

Taiga (boreale Zone) 52ff.
 – am Amur 104*
 –, dunkle 55ff., 78*
 –, – kontinentale Grenze 80
 –, –, Unterzonen 58
 –, finstere 79
 –, helle (Lärche) 82ff., 82*
 –, lichte (Kiefer) 76ff.
 –, nordamerikanische 117–119
 –, Profile 64*, 70*, 71*, 88*, 94*, 96*
 –, Vorural 71ff.
 Takla-Makan 306–308
 Takyre 234, 244, 251, 253
 Talass-Alatau 260
 Tanne (sibirische), Ansprüche 345
 –, Verbreitung 56*
 Tarim-Becken u. -Fluß 306–308
 Temperatur u. Exposition 262
 Tertiärrelikte in Mittelußland 117
 Thermokarsterscheinungen 28
 Tibet 316–320
 –, Geoelemente 318
 –, Profil 317*
 Tjanschan-System 257*, 258
 Torfbildung u. Temperatur 214
 – – hügeltundra 33, 34*, 41*
 Treuegrade d. Fichtenwaldarten 58

Tsaidam-Becken 315–316
 –, Profil 317*
 Tschaly 397
 Tschantang-Wüste, s. Tibet
 Tschernosem, Profile 168, 171*
 –, Typen 169ff.
 – u. Vegetation 169
 –, Verbreitung 170*
 Tschul 263
 Tsinhai (Kuku-Nor), s. Tibet
 Tugai 256
 Tulschije Sasseki 133
 Tundra 22ff.
 –, Baumstümpfe in 34*
 –, Bulten- 33
 –, Fläche 24
 –, Flecken- 33*
 –, Florenelemente 35
 –, Gebirgs- 23*, 42ff., 330, 343, 347
 –, Karte 22*, 34*
 –, Klimadiagramme 25*
 –, Moore in 36
 –, Nowaja Semlja 36–37
 –, Pflanzenarten-Zahl 35
 –, Rentiere in 35
 –, Untergliederung 31ff.
 –, Unterzonen 22*
 –, Versumpfung 33
 –, Wald- 39
 –, Zwergstrauch- 38
 Turanische Niederung 248ff.
 – –, Flora u. Endemismus 249
 – –, Klima 248

U

Übergänge d. Vegetationszonen 17
 Ukraine, Geographie 140*
 –, Oberflächengestaltung 139–141*
 Unkräuter d. Steppenzone 175–176, 191
 Ural 328ff., 329*, 332*, 333*
 –, Baumwachstum 339–340
 –, Gebirgstundra 330, 338
 –, Gliederung 331
 –, Golezstufe 331*
 –, Hochgebirgsvegetation 337ff.
 –, Höhenstufen 333, 334, 336
 –, Klima 337
 –, Klimadiagramme 330*
 –, Parklandschaften (subalpine) 334
 –, Podgolezstufe 331
 –, Wälder 328–330
 –, Wiesen 338–339
 Urmany 79
 Urwald v. Bialowjesch 110ff.
 – –, westl. Geoelemente 111
 Uschkansche Insel (Baikal) 97ff.
 – –, Vegetationskarte 98*

V

- Vegetation, azonale 14*, 15
- , extrazonale 15*
- , zonale 13*, 14*
- Vegetationseinheiten 7
- -karten 11*, 12*, 22*, 26*, 78*, 82*, 89*, 98*, 118*, 156*, 238*, 276*, 286*, 332*, 350*, 369*
- -profil d. Ephemerewüste 237*, 255*
- – d. Waldsteppe 171*
- -strukturen in Kasachstan 246
- -typen nach SABUROV 67
- -zonen 10, 11*, 12*
- –, Untergliederung 16
- Verbrückung in Jakutien 90
- in Steppe 183–184
- in Wermutsteppe 192
- , verschiedene Typen d. 193
- , Zonation (Mittelasien) 244
- Vermoorung nach Waldbrand 75
- Vorhölzer d. Taiga 75

W

- Wacholder-Baumfluren 263, 264
- Waldbrand, Unterwuchs nach 78
- -grenze, Änderung der polaren 41–42
- – in Mongolei 289*, 290*
- Waldsteppe als Makromosaik 133 ff.
- , Unkrautgesellschaften 175–176
- , Vegetationseinheiten 169
- , Vegetationsprofil 171*
- -stufen in Mittelasien 259–260
- -tundra 39
- -typen von Bialowjesch 111 ff.
- – in W-Sibirien 80*
- Walnußwälder 265–266*
- , Klima d. 265
- Weinrebe (wilde) in Mittelasien 267–269
- Wermut-Halbwüste 231
- Wermutsteppe 191

Westsibirien, Gliederung 80*

Wettbewerb, Eiche mit Hainbuche 381–382

– Gräser mit Wald 161, 334, 338

– Kiefer mit Eiche 116

– Tanne mit Fichte 72

Wiesen, Aspektfolge 207–208

– d. Dnjepr 205–206

– d. Donez 207–209

– in Polesien 127 ff.

– primäre in Waldzone 75/76

– in Steppenzone 200 ff.

–, Trophiegrad d. 204–205

–, überflutete 204 ff.

Wiesensteppe 170 ff., 172*

– d. mittelasiat. Gebirge 272*, 273*

Wildobststufe 259, 267

Wolga, Alluvionen 212

Wolynisch-Podolische Platte 141

Wüste, Löß (Lehm)– 235, 253, 254*

–, Salz– 234, 250

–, Sand– 234, 251

–, Stein (Gips)– 232, 249

Wüsten 231 ff.

– in Kasachstan 241

– in Mittelasien 248 ff.

– Zentralasiens 296 ff.

Wüstenpflanzen, Entwicklungszyklus 244

– -steppen der Mongolei 295*

– -vegetation, Fehlen von Gesellschaften 249

X

Xerothermrelikte in Mittelußland 117

– in nördlicher Taiga 66

Z

Zonation auf Solontschackböden 192, 222*, 225*, 398

Zonengrenzen, Verschiebung durch Menschen 16

Zwergstrauchtundra 38

Die Vegetation der Erde

in öko-physiologischer Betrachtung
In zwei Bänden. Von Prof. Dr. H. Walter,
Stuttgart-Hohenheim

Band I · Die tropischen und subtropischen Zonen. 3. Aufl., 1974. 743 S., 470 Abb., 135 Tab., 9 Tafeln mit 19 Farbaufnahmen, Ganzl. DM 72,—

Band II · Die gemäßigten und arktischen Zonen. 1968. 1001 S., 642 Abb., 161 Tab., 7 Tafeln mit Farbaufnahmen als Anhang, Ganzl. DM 84,—

Vegetationsmonographien der einzelnen Großräume

Herausgegeben von Prof. Dr. H. Walter,
Stuttgart-Hohenheim

Band I · Knapp · Die Vegetation von Nord- und Mittelamerika und der Hawaii-Inseln · The Vegetation of North and Central America and of the Hawaiian Islands. 1965. XL, 373 S., 169 Abb., 335 Tab. und Pflanzenarten-Listen, Ganzl. DM 88,— (Vorwort, Einführung und Inhaltsverzeichnis in deutscher und englischer Sprache)

Band II · Hueck · Die Wälder Südamerikas. Ökologie, Zusammensetzung und wirtschaftliche Bedeutung. 1966. XX, 422 S., 253 Abb., Ganzl. DM 90,— (In deutscher Sprache mit englischer Zusammenfassung)

Band IIa · Hueck/Seibert · Vegetationskarte von Südamerika · Mapa de la Vegetacion de America del Sur. Mit Erläuterungen. 1972. VIII, 71 S. zweisprachiger Erläuterungstext (deutsch—spanisch), eine mehrfarbige Karte (Format 74 × 105 cm, Maßstab 1:8 Mill.), kart. cplt. DM 28,—

Band III · Knapp · Die Vegetation von Afrika unter Berücksichtigung von Umwelt, Entwicklung, Wirtschaft, Agrar- und Forstgeographie. 1973. XLIV, 626 S., 823 Abb., 825 Tab. u. Pflanzenarten-Listen, Ganzl. DM 238,— (Vorwort, Einführung und Inhaltsverzeichnis in deutscher und englischer Sprache)

Band X · Walter · Klimadiagramm-Karten der einzelnen Kontinente und ökologische Klimagliederung der Erde. Eine Ergänzung zu den Vegetationsmonographien. 1974. Etwa 64 S. Erläuterungstext, kart., 9 großformatige Klimadiagramm-Karten, 14 Abb., etwa DM 68,—

**Gustav Fischer Verlag
Stuttgart**

